



water and landscape

AGUA y TERRITORIO

Número 23 · Enero - Junio 2024

ISSN 2340-8472 · ISSNe 2340- 7743 · DOI 10.17561/at.23



Geografía del paisaje



Universidad de Jaén (España)





Número 23 | Enero - Junio 2024

Geografía del paisaje

<http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma>

ISSN 2340-8472
ISSNe 2340-7743
DOI 10.17561/at.19
DL J-673-2013

Correo electrónico: revista-at@ujaen.es
Dirección postal:
Departamento de Economía
Edificio D3 - Despacho 120 Universidad de Jaén.
Campus Las Lagunillas, s/n
23071 JAÉN (ESPAÑA)

CONTACTO PRINCIPAL

Dr. D. Juan Manuel Matés-Barco
Dirección postal:
Departamento de Economía
Edificio D3 - Despacho 120
Universidad de Jaén
Campus Las Lagunillas, s/n
23071 JAÉN (ESPAÑA)
Telf. (+34) 953 212076
Correo electrónico: jmmates@ujaen.es

EDITA

UJA editorial. Universidad de Jaén (España)
<http://www10.ujaen.es/conocenos/servicios-unidades/servpub/inicio>
Dirección postal: UJA Editorial Edificio Biblioteca, 2ª planta
Universidad de Jaén Campus Las Lagunillas, s/n 23071 JAÉN
(ESPAÑA)
Telf.: (+34) 953 212355
Correo electrónico: editorial@ujaen.es
Contacto de soporte: Dr. D. Mariano Castro-Valdivia
Telf.: (+34) 953 212985
Correo electrónico: mcastro@ujaen.es

PROMUEVE

Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente
Dirección postal: Escuela de Estudios Hispano-Americanos (CSIC)
Calle Alfonso XII, 16. 41002 SEVILLA (ESPAÑA)
Correo electrónico: jraul.navarro@csic.es

Diseño logo y cabecera: Millena Lízia.
Estilos y maqueta: [Publicaciones Académicas](#).
Fotografía de la cubierta: Vista de la Catedral Sé de Olinda, Olinda-Pernambuco, Brasil.
Autor: Itelmar Negreiros Oliveira.

Las opiniones y hechos consignados en los artículos son exclusiva responsabilidad de sus autores. La Universidad de Jaén y el Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente, no se hacen responsables de la autenticidad de los trabajos.

Los originales de la Revista son propiedad de la entidad editora. Es necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

© 2023 - Universidad de Jaén (España)

CC-BY

DIRECTOR

Juan Manuel Matés Barco, *Universidad de Jaén, España*

EDITOR

Jesús Raúl Navarro García, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*

SECRETARIO

Mariano Castro Valdivia, *Universidad de Jaén, España*

VICESECRETARIAS

Leticia Gallego Valero, *Universidad de Jaén, España*
María Vázquez Fariñas, *Universidad de Málaga, España*

CONSEJO DE REDACCIÓN

Alice Poma, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Alicia Torres Rodríguez, *Universidad de Guadalajara, México*
Casey Walsh, *University of California, Santa Barbara, USA*
Cayetano Espejo Marín, *Universidad de Murcia, España*
David Soto Fernández, *Universidad de Santiago de Compostela, España*
Encarnación Gil Messeguer, *Univ. de Murcia, España*
Encarnación Moral Pajares, *Universidad de Jaén, España*
Fabiano Quadros Rückert, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*
Fábio Alexandre Dos Santos, *Universidade Federal de São Paulo, Brasil*
Inmaculada Simón Ruiz, *Universidad Autónoma de Chile, Chile*
Jesús Vargas Molina, *Universidad Pablo de Olavide, España*
Juan Infante Amate, *Universidad de Granada, España*
Olivia Topete Pozas, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*

EDITORES DE RESEÑAS

Andrea Noria, *Universidad Autónoma de Chile, Chile*
Sergio Salazar, *Universidad Nacional de Colombia, Colombia*

REVISORES

Nathalia Claro Moreira, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*
Daniel Abud Marques Robbin, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*
Soënia Maria Pacheco, *Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*
Santiago Prieto, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

CONSEJO ASESOR

Alejandro Tortolero Villaseñor, *Universidad Autónoma Metropolitana de México, México*
Carlos Larrinaga Rodríguez, *Universidad de Granada, España*
Carmen Castañeda del Álamo, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*
Concepción Fidalgo Hijano, *Universidad Autónoma de Madrid, España*
Eloy Martos Núñez, *Universidad de Extremadura, España*
Francisco da Silva Costa, *Universidade do Minho, Portugal*
Guillermo Banzato, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina*
Isabel María Román Sánchez, *Universidad de Almería, España*
Joaquín Melgarejo Moreno, *Universidad de Alicante, España*
Jorge Chinea, *Waine State University, Estados Unidos*
Jorge Olcina Cantos, *Universidad de Alicante, España*
Jorge Regalado Santillán, *Universidad de Guadalajara, México*
Julia Martínez Fernández, *Universidad Miguel Hernández, España*
Leandro del Moral Ituarte, *Universidad de Sevilla, España*
Léo Heller, *Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil*
Lucia De Stefano, *Universidad Complutense, España*
María Luisa Feijoo Bello, *Universidad de Zaragoza, España*
Nuria Hernández Mora, *Fundación Nueva Cultura del Agua, España*
Pilar Paneque Salgado, *Universidad Pablo de Olavide, España*
Roberto Bustos Cara, *Universidad Nacional del Sur, Argentina*
Simonne Teixeira, *Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil*
Wagner Costa Ribeiro, *Universidad de São Paulo, Brasil*

Editorial

Fátima Velez de Castro, Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Andréa Aparecida Zacharias, Tatiana Aparecida Moreira

La geografía del paisaje _____ 7**Dossier**

Messias Modesto dos Passos, Diogo Laércio Gonçalves, Juliane Maistro

Por una análisis de la fisiología del paisaje aplicado al Pontal do Paranapanema _____ 13

Lidiane Perbelin Rodrigues, Charlei Aparecido da Silva

Geosistemas regionales de la Unidad de Planificación y Gestión (UPG) Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil _____ 27

Sidnei Luís Bohn Gass, Dieison Morozoli da Silva, Sidney Ferreira de Arruda

La lectura y representación del paisaje rural como instrumento de gestión municipal: una propuesta para Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brasil _____ 43

Sílvia Elena Ventrini, Ana Luísa Teixeira, Davy Francisco Braz Rabelo, Évelyn Márcia Pôssa, Múcio do Amaral Figueiredo, Leonardo Cristian Rocha, Jean Euzebio Lima Oliveira, Rafael Quetz, Paula dos Santos Silva

Mapeo de comunidades ribereñas en Tefé - Amazonas – Brasil _____ 57

Thiago Azevedo, Lindon Fonseca Matias

Mapeo de uso y ocupación del suelo urbano: propuesta de sistema de clasificación con teledetección _____ 73

Mara Lúgia Scotton de Carvalho

Transformaciones socioespaciales y la apropiación territorial de la región Ipeúna, estado de São Paulo, Brasil _____ 83

Elias Vitor Rosa dos Santos, Izaias de Souza Silva, Diego Tarley Ferreira Nascimento, Marta Pereira da Luz

Aplicación de índices espectrales en la evaluación de la entrada de sedimentos a los embalses de las centrales hidroeléctricas Itumbiara y Batalha (Brasil) _____ 99

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo, Letícia Ferreira da Silva, João Alberto Fischer Filho

Google Earth Engine aplicado al mapeo de precipitaciones en Triângulo Sul Mineiro – Brasil _____ 111

Raiany Cristina Ribeiro Santos, Amiel Araujo Soares Santos, Patrícia de Araújo Romão, Ivanilton José de Oliveira

Vulnerabilidad ambiental y potencial de pérdida de suelo alrededor de atractivos turísticos en paisajes del Cerrado, en la cuenca del río Caiapó, Caiapônia (GO) - Brasil _____ 123

Elfany Reis do Nascimento Lope, Caroline Coutinho de Oliveira

La cuenca de agua y su topografía: implicaciones en el paisaje del Rio dos Mangues, Bahía, Brasil _____ 137

Izaias de Souza Silva, Diego Tarley Ferreira Nascimento

Variabilidad de la vegetación según el régimen de precipitación alrededor del embalse Central Hidrelétrica Itumbiara – Brasil (2010-2020) _____ 149

Rafael Vilela de Andrade, Cenira Maria Lupinacci

Análisis de la densidad de formas erosivos lineales como complemento al estudio del paisaje _____ 157

Estêvão Botura Stefanuto, Cenira Maria Lupinacci El uso de imágenes de alta resolución en la elaboración de mapas de paisajes afectados por la erosión	171
Higor Lourenzoni Bonzanini, Cenira Maria Lupinacci La cartografía morfométrica del relieve como subsidio al estudio del paisaje: la alta cuenca del Río Capivara – Botucatu (SP) - Brasil	181
Francisco Rodríguez Lestegás, Tania Riveiro Rodríguez, Francisco Xosé Armas Quintá, Xosé Carlos Macía Arce Del estudio del paisaje a la educación en paisaje: investigación y formación del profesorado de educación primaria (6-12 años)	193
Miscelánea	
Aida Pinos Navarrete, Cristina Domingo Jaramillo, Juan Carlos Maroto Martos Gestión del régimen jurídico y titularidad de las aguas del balneario de Alhama de Granada (España):un recurso territorial turístico a debate	207
Darío Salinas Palacios Compartiendo el agua en la cuenca internacional del río Tajo: un enfoque geopolítico para explicar los problemas de la gobernanza del agua en España	223
Delia Montero Contreras, Jorge Hernández Gutiérrez Entorno institucional y mercado del agua embotellada en México en tiempos del Covid-19	239
Marcelo dos Santos Ferreira, João Gomes de Siqueira, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, David de Andrade Costa Análisis de las políticas públicas municipales de pago por servicios ambientales hídricos a través del Índice de Evaluación de Políticas Públicas: el estado de Río de Janeiro (Brasil) como modelo de estudio	257
Ana Bertha García Bravo, Javier Ramírez Juárez, Manuel Roberto Parra Vázquez La reciprocidad en el manejo del agua y la reproducción del gobierno local indígena en el mundo Náhuatl	279
Álex Boso, María Fernanda Millán, Luz Karime Sánchez Galvis Gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en un contexto altamente privatizado: reflexiones a partir de caso de estudio en La Araucanía, Chile	297
Reseñas bibliográficas	
Salvador Calatayud Giner PERIS ALBENTOSA, Tomàs, 2019: <i>Enciclopèdia del regadiu històric valencià. Infraestructures hidràuliques i distribució de l'aigua</i>	313
Normas de publicación / Journal policies	317

Editorial

Fátima Velez de Castro, Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Andréa Aparecida Zacharias, Tatiana Aparecida Moreira

The geography of landscape _____ 7**Dossier**

Messias Modesto dos Passos, Diogo Laércio Gonçalves, Juliane Maistro

For an analysis of landscape physiology applied to Pontal do Paranapanema _____ 13

Lidiane Perbelin Rodrigues, Charlei Aparecido da Silva

**Regional geosystems of the Miranda Planning and Management Unit (UPG),
Mato Grosso do Sul, Brazil** _____ 27

Sidnei Luís Bohn Gass, Dieison Morozoli da Silva, Sidney Ferreira de Arruda

**The reading and representation of the rural landscape as an instrument of
municipal management: a proposal for Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brazil** _____ 43

Sílvia Elena Ventrini, Ana Luísa Teixeira, Davy Francisco Braz Rabelo, Évelyn Márcia Pôssa, Múcio do Amaral Figueiredo, Leonardo Cristian Rocha, Jean Euzebio Lima Oliveira, Rafael Quetz, Paula dos Santos Silva

Mapping riverside communities in Tefé – Amazonas –Brazil _____ 57

Thiago Azevedo, Lindon Fonseca Matias

Urban land use and land cover mapping: proposal of a classification system with remote sensing _____ 73

Mara Lúcia Scotton de Carvalho

**Socio-spatial transformations and territorial appropriation of Ipeúna, state of São Paulo,
Brazil region** _____ 83

Elias Vitor Rosa dos Santos, Izaias de Souza Silva, Diego Tarley Ferreira Nascimento, Marta Pereira da Luz

**Application of spectral indexes in the evaluation of sediment input to the reservoirs
of the Itumbiara and Batalha hydroelectric power plants (Brazil)** _____ 99

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo, Letícia Ferreira da Silva, João Alberto Fischer Filho

Google Earth Engine applied to rainfall mapping in Triângulo Sul Mineiro – Brazil _____ 111

Raiany Cristina Ribeiro Santos, Amiel Araujo Soares Santos, Patrícia de Araújo Romão, Ivanilton José de Oliveira

**Environmental vulnerability and the potential for soil loss around tourist attractions
in Cerrado landscapes, in the Caiapó river basin, Caiapônia (GO) - Brazil** _____ 123

Elfany Reis do Nascimento Lope, Caroline Coutinho de Oliveira

The river basin and its topography: landscape implications of Mangues river, Bahia, Brazil _____ 137

Izaias de Souza Silva, Diego Tarley Ferreira Nascimento

**Variability of vegetation spectral indexes according to rainfall regime around
the Itumbiara Hydroelectric Power Plant reservoir – Brazil (2010-2020)** _____ 149

Rafael Vilela de Andrade, Cenira Maria Lupinacci

Analysis of the density of linear erosive features as a subsidy to the study of the landscape _____ 157

Estêvão Botura Stefanuto, Cenira Maria Lupinacci The use of high resolution images in mapping of landscapes affected by erosion	171
Higor Lourenzoni Bonzanini, Cenira Maria Lupinacci The morphometric cartography of relief as a subsidy to the study of the landscape: the upper Capivara River catchment – Botucatu (SP) – Brazil	181
Francisco Rodríguez Lestegás, Tania Riveiro Rodríguez, Francisco Xosé Armas Quintá, Xosé Carlos Macía Arce From the study of landscape to landscape education: research and teacher training for primary education (6-12 years)	193
Miscellany	
Aida Pinos Navarrete, Cristina Domingo Jaramillo, Juan Carlos Maroto Martos Management of the legal regime and ownership of the waters of the Alhama de Granada spa (Spain): a territorial tourist resource under debate	207
Darío Salinas Palacios Sharing water in the international Tagus River basin: a geopolitical approach to explaining water governance issues in Spain	223
Delia Montero Contreras, Jorge Hernández Gutiérrez Institutional environment and bottled water market in Mexico during Covid-19 times	239
Marcelo dos Santos Ferreira, João Gomes de Siqueira, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, David de Andrade Costa Analysis of municipal public policies for payment for water environmental services through the Public Policy Assessment Index: the state of Rio de Janeiro (Brazil) as a study model	257
Ana Bertha García Bravo, Javier Ramírez Juárez, Manuel Roberto Parra Vázquez The reciprocity in water management and the reproduction of indigenous local government in the Nahuatl world	279
Álex Boso, María Fernanda Millán, Luz Karime Sánchez Galvis Community governance of rural drinking water systems in a highly privatised context: reflections from a case study in Araucania Region, Chile	297
Book reviews	
Salvador Calatayud Giner PERIS ALBENTOSA, Tomàs, 2019: <i>Enciclopèdia del regadiu històric valencià. Infraestructures hidràuliques i distribució de l'aigua</i>	313
Normas de publicación / Journal policies	317

A geografia da paisagem

La geografía del paisaje

Fátima Velez de Castro

Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX (CEIS20)
Departamento de Geografia e Turismo (DEPGEOTUR)
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
velezcastro@fl.uc.pt

 ORCID: 0000-0003-3927-0748

Jorge Luis P. Oliveira-Costa

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
oliveiracostajorge@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-1612-1910

Andréa Aparecida Zacharias

Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia Aplicadas à Geografia (GEOCART)
Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Campus de Ourinhos, São Paulo, Brasil
andrea.zacharias@unesp.br

 ORCID: 0000-0002-9992-7927

Tatiana Aparecida Moreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Campus Vitória, Espírito Santo, Brasil

 ORCID: 0000-0003-2727-3060

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.23.8209

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

O International Workshop Landscape Representations IWLR, na sua segunda edição, trouxe como tema “Estratégias científicas e educacionais para construção de uma agenda de ações no âmbito das Representações da Paisagem”. O IWLR trata-se de uma proposta de um projeto e rede de estudos interdisciplinares, tendo em vista os vários escopos teóricos e metodológicos nos quais a paisagem tem sido objeto de pesquisa. A presente coletânea constitui no 9º dossiê temático coordenado e idealizado pela equipe fundadora do IWLR (Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Tatiana Moreira, Fatima Velez de Castro e Andréa Zacharias). Intitulado “A Geografia da Paisagem”, e publicado numa edição especial do periódico Agua y Territorio, o dossiê traz parte das discussões e resultados estabelecidos durante o 2º IWLR. Sob abordagem multidisciplinar, o presente dossiê é composto por 17 artigos que contemplam questões desde a entrada socio-cultural do conceito de paisagem à questões ligadas a entrada naturalista deste mesmo conceito.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência da paisagem, Entrada socio-cultural da paisagem, Entrada naturalista da paisagem, Análise espacio-temporal.

RESUMEN

El International Workshop Landscape Representations IWLR, en su segunda edición, trajo como tema “Estrategias científicas y educativas para la construcción de una agenda de acciones en el ámbito de las Representaciones del Paisaje”. El IWLR es una propuesta de proyecto interdisciplinario y de estudio en red, teniendo en cuenta los diversos ámbitos en los que el paisaje ha sido objeto de investigación. Esta colección constituye el noveno dossier temático coordinado por el equipo fundador del IWLR (Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Tatiana Moreira, Fatima Velez de Castro y Andréa Zacharias). Titulado “La Geografía del Paisaje”, y publicado en una edición especial de la revista Agua y Territorio, el dossier trae parte de las discusiones establecidas durante el 2º IWLR. Bajo un enfoque multidisciplinario, este dossier está compuesto por 17 artículos que abordan cuestiones que van desde la entrada sociocultural del paisaje hasta cuestiones relacionadas con la entrada naturalista do concepto.

PALABRAS-CLAVE: Ciencia del paisaje, Entrada de paisaje sociocultural, Entrada de paisaje naturalista, Análisis espaciotemporal.

The geography of landscape

ABSTRACT

The International Workshop Landscape Representations IWLR, in its second edition, brought as its theme “Scientific and educational strategies for building an agenda of actions within the scope of Landscape Representations”. The IWLR is a proposal for an interdisciplinary project and study network, bearing in mind the various scopes in which the landscape has been the object of research. This collection constitutes the 9th thematic dossier coordinated by the founding team of the IWLR (Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Tatiana Moreira, Fatima Velez de Castro and Andréa Zacharias). Entitled “The Geography of Landscape”, and published in a special edition of the journal *Agua y Territorio*, the dossier brings part of the discussions established during the 2nd IWLR. Under a multidisciplinary approach, this dossier is composed of 17 articles that address issues ranging from the socio-cultural entry of the concept of landscape to issues related to the naturalistic entry of this same concept.

KEYWORDS: Landscape science, Socio-cultural landscape input, Naturalistic landscape input, Spatiotemporal analysis.

La géographie du paysage

RÉSUMÉ

L'International Workshop Landscape Representations IWLR, dans sa deuxième édition, avait pour thème «Stratégies scientifiques et pédagogiques pour construire un agenda d'actions dans le cadre des Représentations paysagères». L'IWLR est une proposition de projet interdisciplinaire et de réseau d'étude, en tenant compte des différents champs dans lesquels le paysage a fait l'objet de recherche. Cette collection constitue le 9e dossier thématique coordonné par l'équipe fondatrice de IWLR (Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Tatiana Moreira, Fatima Velez de Castro et Andréa Zacharias).

Intitulé «La géographie du paysage», et publié dans un numéro spécial de la revue *Agua y Territorio*, le dossier apporte une partie des réflexions et des résultats établis lors de la 2e IWLR. Sous une approche pluridisciplinaire, ce dossier est composé de 17 articles qui abordent des problématiques allant de l'entrée socioculturelle du concept de paysage à des problématiques liées à l'entrée naturaliste de ce même concept.

MOTS-CLÉ: Science du Paysage, Apport de paysage socioculturel, Apport de paysage naturaliste, Analyse spatio-temporelle.

La geografia del paesaggio

SOMMARIO

Il International Workshop Landscape Representations IWLR, alla sua seconda edizione, ha avuto come tema “Strategie scientifiche ed educative per la costruzione di un’agenda di azioni nell’ambito delle Rappresentazioni del Paesaggio”. L'IWLR è una proposta di rete interdisciplinare di progetto e studio, tenendo conto dei diversi ambiti in cui il paesaggio è stato oggetto di ricerca. Questa raccolta costituisce il 9° dossier tematico coordinato e ideato dal gruppo fondatore della IWLR (Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Tatiana Moreira, Fatima Velez de Castro e Andréa Zacharias). Intitolato “La Geografia del Paesaggio”, e pubblicato in un’edizione speciale della rivista *Agua y Territorio*, il dossier riporta parte delle discussioni e dei risultati stabiliti durante il 2° IWLR. Con un approccio multidisciplinare, questo dossier è composto da 16 articoli che affrontano questioni che vanno dall’ingresso socio-culturale del concetto di paesaggio alle questioni relative all’ingresso naturalistico di questo stesso concetto.

PAROLE CHIAVE: Scienze del paesaggio, Input di paesaggio socio-culturale, Input di paesaggio naturalistico, Analisi spaziotemporale.

O projeto iwlr e o dossiê ‘A geografia da paisagem’

Em um contexto fortemente marcado por mudanças globais, incertezas e com fortes tendências de alterações nas dinâmicas sociais, resultado de processos como das alterações climáticas e, mais recentemente, a pandemia do Coronavírus (COVID-19), torna-se urgente a necessidade de avançar nos conhecimentos associados à adoção de práticas de gestão e manejo dos recursos naturais e humanos, numa perspectiva interdisciplinar. Colocam-se novos desafios para abordar o tema das representações da paisagem e suas interfaces com a geografia, a ecologia, a linguística, a literatura e o ensino, em uma escala que transcende a abordagem geográfica, cuja denominação mais difundida é Ciência da Paisagem.

O IWLR é um Workshop Internacional, criado, idealizado e coordenado por pesquisadores lotados na Universidade de Coimbra (UC), no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e na Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Doutorando Jorge Luis Oliveira-Costa (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território CEGOT), Prof.^a Dr^a Fátima Velez de Castro (Universidade de Coimbra/CEIS20), Prof.^a Dr^a Tatiana Moreira (IFES), e a Prof.^a Dr^a Andréa Zacharias (UNESP/GEOCART) - com a perspectiva de formar uma rede de pesquisadores que buscam ampliar os diálogos internacionais, de forma interdisciplinar, no âmbito de um tópico de suma importância na atualidade: a Paisagem e suas Representações.

Nesta perspectiva, o 2º IWLR 2022 - International Workshop Landscape Representations, teve como objetivo analisar de forma interdisciplinar, por meio de trabalhos no contexto das diferentes Representações da Paisagem, o conjunto de processos que devem compor uma agenda de ações, visando publicações (nacionais e internacionais) sob as investigações das diferentes interfaces do estudo da Paisagem, associadas ao espaço físico e humano, à Literatura, à Ecologia e à Geografia e suas diversas especialidades. O 2º IWLR foi realizado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP (Brasil), no Câmpus de Rio Claro/SP, em Março de 2022, em formato ONLINE, a partir da parceria com o Programa de Pós-Graduação em Geografia, trazendo o tema “Estratégias científicas e educacionais para construção de uma agenda de ações no âmbito das Representações da Paisagem”. O 2º IWLR esteve composto por 2 (duas) Conferências de Abertura, 4 (quatro) Mesas Redondas, 4 (quatro) Simpósios subdivididos em

20 (vinte) Grupos de Trabalho (GT’s) com apresentações de trabalhos, além de Homenagem de Encerramento, Plenária Final e lançamentos de livros.

A equipe do IWLR tem organizado Livros e Dossiês que tem sido publicados em editoras e periódicos de várias partes do mundo, a partir das contribuições advindas do IWLR, o que tem permitido divulgar as pesquisas e trabalhos dos colegas que fazem parte, diretamente e indiretamente, deste projeto (IWLR), ou mesmo que tenham interesses em somar com diálogos já estabelecidos. Alguns dos dossiês já publicados pelo grupo IWLR:

- Oliveira-Costa, J. L. P.; Pires, A. (Org.); Amorim, R. (Org.); Zacharias, A. A. (Org.); Velez, F. (Org.); Moreira, T. (Org.). Representações da paisagem em Portugal e no Brasil. 1. ed. Catalão (Goiás): Espaço em Revista (ISSN: 1519-7816), 2022. v. 1. 1000p. (https://www.researchgate.net/publication/359222219_Representacoes_da_Paisagem_em_Portugal_e_no_Brasil).
- Oliveira-Costa, J. L. P.; Moreira, T.; Velez, F. Landscape representations: conceptions of physical and human space. 1. ed. Cambridge (England): Cambridge Scholars Publishing (England), 2021. v. 1. 215p. (<https://www.amazon.com.br/Landscape-Representations-Conceptions-Physical-Human/dp/1527569098>).
- Oliveira-Costa, J. L. P.; Zacharias, A. A.; Panher, A. M. Métodos e técnicas no estudo da dinâmica da paisagem física nos países da CPLP - Comunidade dos Países de Expressão Portuguesa. 1. ed. Málaga, Espanha: EUMED - Universidade de Málaga (Espanha), 2022. v. 1. 200p. (<https://www.eumed.net/es/libros/libro/dinamica-da-paisagem>).
- Moreira, T. (Org.); Oliveira-Costa, J. L. P. (Org.); Zacharias, A. A. (Org.); Velez, F. (Org.); Magnoni Junior, L. (Org.). A paisagem e suas interações: o ambiente, a arte e o ensino. 3. ed. Bauru (SP): Revista Ciência Geográfica (AGB Bauru), 2022. v. 26. 560p. (https://www.researchgate.net/publication/365595833_A_PAISAGEM_E_SUAS_INTERACOES_O_AMBIENTE_A_ARTE_E_O_ENSINO).
- Zacharias, A. A. (Org.); Oliveira-Costa, J. L. P. (Org.); Moreira, T. (Org.); Velez, F. (Org.). A paisagem no campo científico interdisciplinar contemporâneo. 2. ed. Bauru (SP): Revista Ciência Geográfica (AGB Bauru), 2023. v. 27. 800p. (https://www.researchgate.net/publication/371599950_A_PAISAGEM_NO_CAMPO_CIENTIFICO_INTERDISCIPLINAR_CONTEMPORANEO).

O novo dossiê temático do IWLR - A GEOGRAFIA DA PAISAGEM - nasceu da iniciativa da rede de estudos estabelecida entre pesquisadores portugueses e brasileiros que organizam o Workshop Internacional LANDSCAPE REPRESENTATIONS, celebrado em sua 2ª edição na Universidade Estadual Paulista UNESP. Através deste dossiê vimos uma oportunidade de divulgar nossas 'visões' da PAISAGEM, por meio de conceitos e aplicações interdisciplinares. Por isso, nós os coordenadores da presente obra gostaríamos de agradecer a todos os nossos colegas e colaboradores que tem possibilitado a realização tanto do workshop IWLR, como deste Dossiê. Ainda, nossos agradecimentos à UNESP Rio Claro e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia pelo suporte oferecido na realização do 2º IWLR, e também ao CEGOT/Universidade de Coimbra (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território), ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), e à equipe executiva e científica da Revista Agua y Territorio pela oportunidade de publicação e hospedagem deste Dossiê.

Prefácio

O número atual da revista AGUA Y TERRITORIO, da Universidade de Jaén (Espanha), dá à estampa o dossiê temático intitulado A GEOGRAFIA DA PAISAGEM, coordenado por Fátima Velez de Castro (Universidade de Coimbra, Portugal), Jorge Luis P. Oliveira-Costa (Universidade de Coimbra, Portugal), Andréa Aparecida Zacharias (Universidade Estadual de Paulista UNESP, Brasil), e Tatiana A. Moreira (Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil).

Os artigos que constituem esta publicação, resultam sobretudo de trabalhos apresentados no 2º Workshop Internacional Landscape Representations (2º IWLR 2022), organizado pela UNESP (Universidade Estadual Paulista UNESP, Brasil), que decorreu em Março de 2022. Este evento, que conta com duas edições, decorre de um grupo de trabalho, formado e ampliado por um conjunto de académicas/os, os quais formam uma rede de pesquisadores internacionais, cujo objetivo principal é o de ampliar os diálogos e os olhares interdisciplinares, no âmbito do tema da PAISAGEM. Nesta edição do evento, discutiram-se as diferentes interfaces do estudo da Paisagem, associadas ao espaço físico e humano, à Literatura, à Ecologia e à Geografia e suas diversas especialidades, que têm vindo a ser publicados em diversos dossiers temáticos de revistas científicas da área.

Nesse sentido, a revista AGUA Y TERRITÓRIO assegurou-se como uma prestigiada publicação internacional, onde foi possível destacar as investigações cuja matriz epistemológica e metodológica se aproxima do âmbito definido, isto é, que prevê a apresentação de diferentes abordagens do uso e a gestão da Água, bem como a sua utilização para o desenvolvimento sustentável, tendo em conta as perspectivas defendidas diversos por domínios científicos. Neste dossier temático - A GEOGRAFIA DA PAISAGEM - podem-se encontrar trabalhos onde se discutem:

- dinâmicas paisagísticas de unidades de planeamento e gestão:
 - “Por uma análise da fisiologia da paisagem aplicada ao Pontal de Paranapanema”;
 - “Geosistemas regionales de la unidad de planificación y gestión (UPG) Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil”;
 - “La representación del paisaje como instrumento de gestión municipal: una propuesta”;
 - “Mapeo de comunidades ribereñas en Tefé - Amazonas - Brasil”;
- propostas de classificação de uso e ocupação de espaços urbanos:
 - “Urban land use and land cover mapping: proposal of a classification system with remote sensing”;
 - “Transformaciones socioespaciales y apropiación territorial de la región Ipeúna, estado de São Paulo, Brasil”;
 - “Caracterizando a estrutura superficial das paisagens a partir do histórico do uso da terra e as condicionantes físicas: Pontal do Paranapanema - SP/Brasil”;
- análise de variação paisagística durante a sazonalidade e o regime de precipitação:
 - “Aplicación de índices espectrales en la evaluación del entrada de sedimentos a los embalses de las centrales hidroeléctricas Itumbiara y Batalha”;
 - “O google earth engine aplicado ao mapeamento pluviométrico no triângulo sul mineiro - Brasil”;
 - “A(as) potencial ambiental y vulnerabilidad a la pérdida de suelo alrededor de las atracciones turísticas en el paisaje del sabana, en la cuenca del Río Caiapó, Caiapônia (GO) - Brasil”;
- aspetos relacionados com a potencialidade e a vulnerabilidade ambiental de diferentes unidades paisagísticas, nomeadamente analisar diferentes

fisiologias da paisagem em áreas de bacias hidrográficas, influenciadas por ações antrópicas:

- “La cuenca de agua y su topografía: implicaciones en el paisaje del Río dos Mangues, Bahia”;
- “Variabilidad de la vegetación según el régimen de precipitación alrededor del embalse central hidreléctico Itumbiara – Brasil (2010-2020)”;
- “La análisis de la densidad de formas erosivos lineales como complemento al estudio del paisaje”;
- “O uso de imagens de altíssima resolução no mapeamento de paisagens afetadas por erosão”;
- “La cartografía morfométrica del relieve como subsidio al estudio del paisaje: la alta cuenca del Río Capivara – Botucatu (SP) - Brasil”

• questões sobre o ensino da paisagem:

- “Del estudio del paisaje a la educación em paisaje: investigación y formación del profesorado de educación primaria (6-12 años)”

No fundo, trata-se de apresentar uma interface onde a Paisagem, a partir do elemento Água, revela a complexa relação entre o ser humano e a natureza, refletida numa, nem sempre fácil, dinâmica socioambiental, onde se procura encontrar um equilíbrio capaz de gerar efeitos positivos no presente e no futuro.

Por una análise da fisiologia da paisagem aplicada ao Pontal do Paranapanema

Por una análisis de la fisiología del paisaje aplicado al Pontal do Paranapanema

Messias Modesto dos Passos

Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Presidente Prudente/SP. Brasil
mmpassos86@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-0360-7612

Diogo Laércio Gonçalves

Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Presidente Prudente/SP. Brasil
diogo.goncalves@unesp.br

 ORCID: 0000-0002-0647-6283

Juliane Maistro

Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Presidente Prudente/SP. Brasil
julianemaistro@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-4656-0399

Informação sobre o item

Recibido: 17/06/2022

Revisado: 03/05/2023

Aceptado: 15/07/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7234

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

O objetivo do trabalho é fazer uma análise da fisiologia da paisagem na região do Pontal do Paranapanema, especificamente na bacia do ribeirão Santo Antonio, seguindo três objetivos básicos: levar à compreensão da organização, do funcionamento e da dinâmica das paisagens, enfatizar o estudo e a análise integrada dos elementos constituintes das paisagens; compreender e discutir conceitos, leis e influências das ações antrópicas. Optamos por uma tipologia dinâmica que classifica os geossistemas em função de sua evolução. Ela leva em conta três elementos: sistema de evolução, estágio atingido em relação ao *clímax*, sentido geral da dinâmica, inspirada na teoria de bioresistência de Erhart. Foram distinguidos dois tipos de geossistemas agrupados em dois conjuntos dinâmicos diferentes. As análises das imagens satelitares, fotografias e observações sobre o terreno, ajudam na explicitação dos processos evolutivos.

PALAVRAS-CHAVE: Fisiologia da paisagem, Pontal do Paranapanema, Bacia do ribeirão Santo Antônio.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar la fisiología del paisaje en la región del Pontal do Paranapanema, específicamente en la cuenca del río Santo Antonio, siguiendo tres objetivos básicos: conducir a la comprensión de la organización, funcionamiento y dinámica de los paisajes, enfatizar el estudio y el análisis integrado de los elementos constitutivos de los paisajes; comprender y discutir conceptos, leyes e influencias de las acciones antrópicas. Optamos por una tipología dinámica que clasifica los geosistemas según su evolución. Tiene en cuenta tres elementos: sistema de evolución, etapa alcanzada en relación al *clímax*, sentido general de la dinámica, inspirado en la teoría de la biorresistencia de Erhart. Se distinguieron dos tipos de geosistemas agrupados en dos conjuntos dinámicos diferentes. Los análisis de imágenes de satélite, fotografías y observaciones sobre el terreno ayudan a explicar los procesos evolutivos.

PALABRAS-CLAVE: Fisiología del paisaje, Pontal do Paranapanema, Cuenca del río Santo Antonio.

For an analysis of landscape physiology applied to Pontal do Paranapanema

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the physiology of the landscape in the Pontal do Paranapanema region, specifically in the Santo Antonio river basin, following three basic objectives: to lead to an understanding of the organization, functioning and dynamics of landscapes, to emphasize the study and the integrated analysis of the constituent elements of landscapes; understand and discuss concepts, laws and influences of anthropic actions. We opted for a dynamic typology that classifies geosystems according to their evolution. It takes into account three elements: system of evolution, stage reached in relation to the climax, general sense of dynamics, inspired by Erhart's theory of bioresistance. Two types of geosystems grouped into two different dynamic sets were distinguished. The analyzes of satellite images, photographs and observations on the ground help to explain the evolutionary processes.

KEYWORDS: Landscape physiology, Pontal do Paranapanema, Santo Antônio river basin.

Pour une analyse de la physiologie du paysage appliquée à Pontal do Paranapanema

RÉSUMÉ

L'objectif du travail est de réaliser une analyse de la physiologie du paysage dans la région de Pontal do Paranapanema, plus précisément dans le bassin du fleuve Santo Antonio, en suivant trois objectifs fondamentaux : comprendre l'organisation, le fonctionnement et la dynamique des paysages, pour mettre l'accent sur l'étude et l'analyse intégrée de deux éléments constitutifs des paysages ; comprendre et discuter des concepts, des lois et des influences des actions anthropiques. Nous avons opté

pour une typologie dynamique qui classe les géosystèmes en fonction de leur évolution. Elle comporte trois éléments : système d'évolution, stade atteint par rapport à l'apogée, sens général de la dynamique, inspiré de la théorie de la biorésistance d'Erhart. Foram a distingué deux types de géosystèmes regroupés dans deux ensembles dynamiques différents. L'analyse d'images satellites, de photographies et d'observations au sol, permet d'expliquer deux processus évolutifs.

MOTS-CLÉ: Physiologie du paysage, Pontal do Paranapanema, Bassin fluvial de Santo Antônio.

Per un'analisi della fisiologia del paesaggio applicata al Pontal do Paranapanema

SOMMARIO

L'obiettivo del lavoro è quello di effettuare un'analisi della fisiologia del paesaggio nella regione del Pontal do Paranapanema, in particolare nel bacino del fiume Santo Antonio, seguendo tre obiettivi fondamentali: acquisire una comprensione dell'organizzazione, del funzionamento e delle dinamiche dei paesaggi, per sottolineare lo studio e l'analisi integrata di due elementi costitutivi dei paesaggi; comprendere e discutere concetti, leggi e influenze delle azioni antropiche. Abbiamo optato per una tipologia dinamica che classifica i geosistemi in base alla loro evoluzione. Ha tre elementi: sistema evolutivo, stadio raggiunto rispetto al climax, senso generale della dinamica, ispirato alla teoria della bioresistenza di Erhart. Foram ha distinto due tipi di geosistemi raggruppati in due diversi insiemi dinamici. L'analisi delle immagini satellitari, delle fotografie e delle osservazioni a terra, aiutano a spiegare due processi evolutivi.

PAROLE CHIAVE: Fisiologia del paesaggio, Pontal do Paranapanema, Bacino del torrente Santo Antônio.

Introdução

Se analisarmos a história do homem e a evolução da sociedade moderna, desde os primórdios, existe uma preocupação em particular de descrever as paisagens em cenas e cenários em cada uma das épocas vividas seja por figuras rupestres, as obras de arte, as peças de teatro clássicos, a poesia, a arquitetura, a música, dentre outras expressões culturais que remetem uma aproximação do homem com o ambiente vivido.

Esta cognição própria do homem, somado ao imaginário das obras literárias tem como intuito articular e desenvolver todos os sentidos de percepção, ao passar os elementos principais das paisagens para que esta não se perdesse. Neste contexto, a paisagem torna-se um conjunto indissociável entre as ações da sociedade e o espaço geográfico: é a transcrição materializada da relação sociedade e natureza.

O termo paisagem deriva-se da palavra latim *pagus* a qual refere-se a país, no sentido de lugar ou porção territorial. A partir dessa terminologia, derivou-se as outras formas: *paisagem* (português) *paisaje* (espanhol), *paesaggio* (italiano), *paysage* (francês) dentre outras. Já as línguas germânicas, tem-se uma clara semelhança na estrutura semântica da palavra paisagem a partir da palavra *land* o qual corresponde a porção de terra ou região, daí deriva-se as palavras: *landscape* (inglês), *landschaft* (alemão), *landschap* (holandês) e etc. A possibilidade de deslocamentos mais rápidos, as epopeias coloniais, a aparição e a difusão da fotografia, o papel da imprensa, o acesso aos romances de aventuras ou regionalistas, a tomada de consciência das agressões das quais as paisagens são vítimas etc., levam à tomada de consciência coletiva da noção comum de paisagem¹.

A partir do século XIX, o termo *paisagem* é profundamente utilizado em Geografia e, em geral, se concebe como o conjunto de “formas” que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre. A partir desta concepção que considera puramente as formas, o que se distingue é a heterogeneidade da homogeneidade, de modo que se podem analisar os elementos em função de sua forma e magnitude e, assim, obter uma classificação de paisagens: morfológicas, vegetais, agrárias etc. Esse conceito de paisagem foi introduzido em Geografia por A. Hommeyerem mediante a forma alemã *Landschaft*, entendendo exatamente por este termo, o conjunto de elementos observáveis desde um ponto alto.

A Geografia sempre utilizou a paisagem como uma ferramenta de observação e de hierarquização dos fenômenos espaciais, sem que, aliás, verdadeiros consensos metodológicos acontecessem ou fossem impostos sobre níveis pertinentes de análise. No entanto, a paisagem, sobretudo considerada no seu aspecto dinâmico de “processos paisagísticos” deve ser estudada como um “polissistema” formado pela combinação dos sistemas natural, social, econômico, cultural etc.

Para abordar a paisagem adotamos três entradas: materialidade, sensibilidade e representação. Esse posicionamento, conhecido como Tripé Paisagístico deixa, de acordo com os questionamentos iniciais, com a realidade da região de estudo e com os objetivos, a liberdade de privilegiar mais ou menos cada uma das entradas. Porém, é na sua utilização completa que ela atinge de maneira mais eficaz seus objetivos.

A paisagem se presta, entre outras finalidades, para enraizar o meio ambiente no território dos homens e na longa história das sociedades (enfim, são as sucessivas sociedades que constroem as sucessivas paisagens como lugar para morar, trabalhar e sonhar...). No caso da região do Pontal do Paranapanema, na porção Extremo-Oeste do Estado de São Paulo, a construção desta paisagem imprime os processos históricos de uso e cobertura da terra que determinam sua condição atual.

Inserida no alto curso do rio Paraná, tendo seu epicentro na divisa entre os três estados (São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul), a região foi extremamente explorada ao longo do século passado, inicialmente pela retirada da madeira e inserção de culturas temporárias e de pastagem e, em especial, a partir da segunda metade do século XX devido ao potencial de seus rios na geração de hidroeletricidade.

Ao analisar o pontal, podemos defini-lo como uma “Mesopotâmia”² em referência ao sistema fluvial do Tigre-Eufrates no Oriente Médio. O recorte entre a foz do rio Paranapanema no rio Paraná neste trecho, em formato de bico, recebeu a alcunha de Pontal, por isso o nome **Pontal do Paranapanema** (Figura 1).

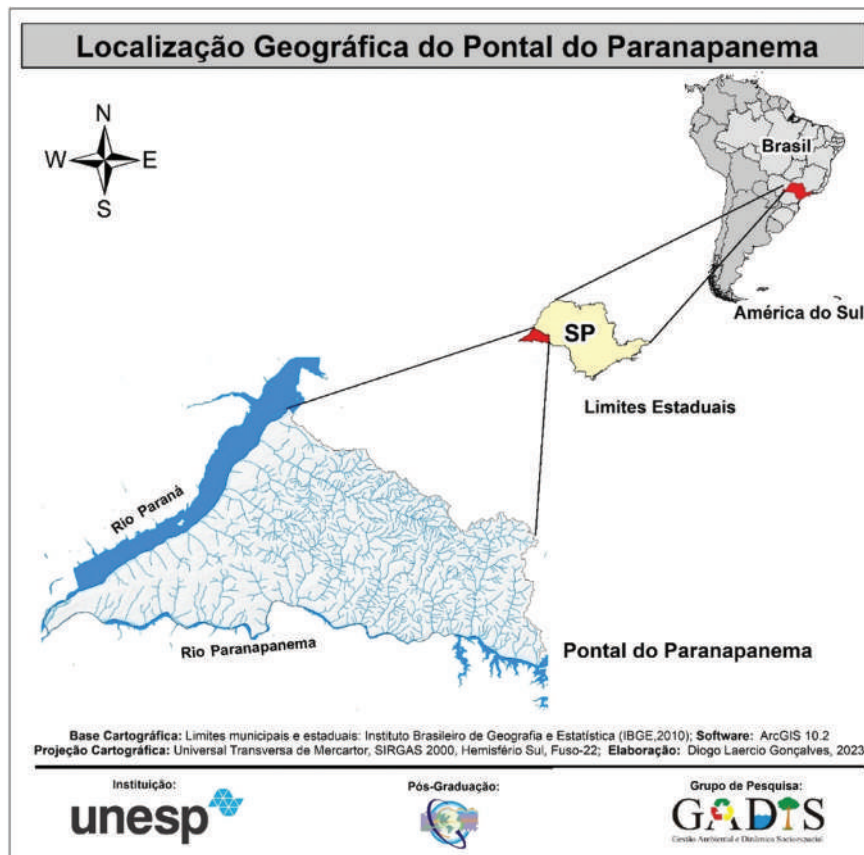
A grande área inundada para a construção da UHE Engenheiro Sérgio Motta, também foi responsável pelo desaparecimento de uma enorme área que abrigava um notável e complexo ecossistema das várzeas do rio Paraná, de importância ímpar ao Mato Grosso do Sul, equiparando-se ao Pantanal³. Sendo assim, podemos considerar que as mudanças ocorridas nesta paisagem não só

¹ Bolòs i Capdevila et al., 1992. Passos, 2006.

² Passos, 1988.

³ Dias, 2003.

Figura 1. Localização Geográfica do Pontal do Paranapanema



Fonte: dos autores.

modificaram sua identidade, como também dizimaram sua própria história primitiva e seus respectivos povos originais. Neste contexto, utilizaremos a fisiologia da paisagem através da análise geofotográfica para apreensão das unidades básicas diferenciadas, sobretudo, a partir da ação antrópica, com foco na bacia do ribeirão Santo Antônio, no município de Mirante do Paranapanema entendendo os fatores que contribuíram para a evolução paisagística nessa parcela do território paulista.

Desenvolvimento

A fisiologia da paisagem

Introduzida no currículo de bacharelado do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia da USP em 1968, por inspiração do Prof. Aziz Nacib Ab'Sáber, a disciplina *Fisiologia da Paisagem* propunha três objetivos, conforme consta na Ementa da disciplina:

1. Levar à compreensão da organização, do funcionamento e da dinâmica das paisagens, especialmente as tropicais;

2. Enfatizar o estudo e a análise integrada dos elementos constituintes das paisagens;
3. Compreender e discutir conceitos, leis e influências das ações antrópicas.

Sem obscurecer a grande contribuição do Prof. Aziz, somos da opinião de que as melhores tentativas de compreensão do complexo paisagem, a partir do entendimento de sua estrutura, funcionamento e dinâmica se deram-se a partir da Ciência da Paisagem na ex-URSS (*Landschaftovedenie*), tendo em Sochava a figura maiúscula na elaboração do modelo teórico geossistêmico, que se valeu de uma longa e contínua evolução epistemológica da Geografia Física Complexa desenvolvida na ex-URSS.

A partir de uma ruptura epistemológica da Geografia francesa, passa-se da “descrição monográfica subjetiva” para o modelo teórico geossistêmico com ênfase para as relações sociedade-natureza, pelo geógrafo Georges Bertrand⁴.

⁴ Bertrand, 2009.

Inicialmente Bertrand considerava o geossistema como uma das unidades horizontais do terreno: geossistema, geofacies e geótopo. Mais tarde, ele próprio reconhece que o geossistema é tão somente um modelo e, portanto, uma abstração e, passa a definir as unidades de terreno, de forma hierárquica: geótopo, geofácies e geocomplexo.

O modelo geossistêmico bertrandiano é constituído de três subsistemas: potencial ecológico/abiótico, exploração biológica/biótico e ação antrópica.

Segundo Bertrand, os especialistas em ciências naturais e os ecólogos não viam com bons olhos o cômputo da intervenção humana. E o que Bertrand fez, na verdade, foi inserir o antrópico no modelo russo –este limitado aos dois subsistemas: potencial ecológico e exploração biológica-, ou seja, partir do pressuposto de que a “natureza não é natural”, pois, está irremediavelmente impactada pela sociedade.

O fato de a natureza estar impactada –pela sociedade- não cria ao geossistema o compromisso de estudar a sociedade e, sim, o funcionamento do território modificado pela sociedade, portanto, o Geossistema é um conceito antrópico. O Geossistema é um problema ambiental clássico/um conceito naturalista amadurecido. Há outra dimensão ambiental: a paisagem. Como as sucessivas sociedades constroem as sucessivas paisagens para morar, trabalhar e sonhar? É um problema social, econômico e, também, da "vida das pessoas"... Passamos do Geossistema para a história da área, da memória das pessoas.

Atrás da noção de meio ambiente há um modo de ver, de interpretar e de viver o mundo, ao mesmo tempo global e interativo, que supera e impregna toda análise científica. Ele faz parte da cultura contemporânea da mesma forma que as noções de identidade, de patrimônio, de desenvolvimento, de paisagem. O meio ambiente é muito mais do que um conceito científico.

O fenômeno ambiental nasceu da humanização e da socialização. Ele foi primeiramente cosmogônico e religioso. Para compreendê-lo e dominar seu sentido e seus recursos, a ciência e a técnica o dividiram em frações de saber cada vez mais finas e cada vez mais eficientes, até perder de vista a totalidade e a interatividade.

Só tardiamente, ao longo dos séculos XVIII e XIX, por caminhos diversos e nem sempre convergentes, que certos exploradores e cientistas (sociólogos americanos, naturalistas alemães e anglo-saxônicos, geógrafos alemães e franceses, depois ecologistas) sentiram a necessidade, ao mesmo tempo cultural e científica, de estruturar parcialmente aquilo que havia sido separado

e de considerá-lo como um todo, primeiramente como uma estrutura, em seguida como um sistema funcional. Houve primeiramente uma concepção naturalista do meio ambiente, no início tendo como objeto as plantas e os animais, em seguida a biocenose, enfim, uma concepção ecologicamente mais elaborada, em parte inspirada pelo conceito de ecossistema. Um limite decisivo foi superado com a consideração da dimensão social e a exploração da interface natureza-sociedade.

A introdução da dimensão social e cultural vem então reforçar e completar a noção de diversidade que não é apenas de ordem biológica. É bem sabido que o meio ambiente de uns não é o meio ambiente de outros e que muitas incompreensões e conflitos nascem desta situação. Aqui, tocamos exatamente um dos pontos mais sensíveis do desenvolvimento sustentável que a pesquisa sobre ou para o meio ambiente não poderá atingir se não seguir um caminho obrigatório através das culturas e das práticas sociais.

A dinâmica da paisagem no Pontal do Paranapanema

Considerando a paisagem como uma entidade global, admite-se implicitamente que os elementos que a constituem participam de uma dinâmica comum que não corresponde obrigatoriamente à evolução de cada um dentre eles tomados separadamente. Somos levados então a procurar os mecanismos gerais da paisagem, em particular no âmbito dos geossistemas e dos geofácies. O sistema de evolução de uma unidade de paisagem reúne todas as formas de energia, complementares ou antagônicas que, reagindo dialeticamente umas em relação às outras, determinam a evolução geral dessa paisagem. Para as necessidades da análise, podem-se isolar três conjuntos diferentes no interior de um mesmo sistema de evolução. Com efeito, eles estão estreitamente solidários e se entrecruzam largamente:

- *O sistema geomorfogenético* tal qual o compreendem os geomorfologistas modernos que insistem no seu caráter dinâmico e bioclimático⁵;
- *A dinâmica biológica* que intervém ao nível do tapete vegetal e dos solos. Ela é determinada por toda cadeia de reações ecofisiológicas que se manifestam

⁵ Tricart, 1979.

através dos fenômenos de adaptação (ecótipos), de plasticidade, de disseminação, de concorrência entre as espécies ou as formações vegetais etc., com prolongamentos no nível dos solos;

- *O sistema de exploração antrópica* que tem muitas vezes um papel determinante, seja ativando ou desencadeando erosões, seja somente modificando a vegetação ou o solo (desmatamento, reflorestamento...).

O sistema de evolução se define por uma série de agentes e de processos mais ou menos bem hierarquizados. Sem querer desenvolver aqui essa questão, podem ser distinguidos agentes naturais (climáticos, biológicos etc.) que determinam processos naturais (ravinaamentos, pedogênese, dinâmica ecofisiológica...) e agentes antrópicos (sociedades agropastoris, florestais...) dos quais dependem os processos antrópicos (desmatamento, incêndio reflorestamento). Se não é nunca fácil apreciar a importância de determinado agente ou de determinado processo isolado, é, no entanto, possível classificar os sistemas de evolução em função dos fatores dominantes (geomorfofogenético, antrópico...). É já um primeiro esboço de classificação das paisagens.

As tipologias estritamente fisionômicas (vertente florestal, chapada arenítica recoberto com vegetação de cerrado) ou ecológicas (geossistemas tropicais, atlântico, montanhês.) não deram os resultados esperados. Elas são cômodas, mas carecem de rigor e sua generalização é difícil. A escolha caiu numa tipologia dinâmica que classifica os geossistemas em função de sua evolução e englobando todos os aspectos das paisagens. Esta tipologia, leva em conta três elementos: o sistema de evolução, o estágio atingido em relação ao *clímax*, o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva, estabilidade), inspirado na teoria de bioresistência⁶.

A história territorial do Pontal do Paranapanema é reflexo da realidade nacional, ou seja, as dinâmicas socioambientais desta região se deram, também, de forma muito rápida, cíclica e pouco duradoura, refletindo nas transformações históricas e na dinâmica atual da paisagem, ou seja, no potencial ecológico, na exploração biológica e nos agentes e sujeitos sociais.

A compreensão dessas dinâmicas apenas será possível a partir da convergência de diferentes perspectivas: estudo sobre o meio ambiente, sobre o desenvolvimento rural, sobre planejamento regional e urbano, e, ainda, sobre as dinâmicas socioambientais e territoriais.

Nesse sentido, é preciso desenvolver estudos dentro do contexto econômico e social predominante ao longo da história de ocupação desse território e, sobretudo, termos em consideração as "sucessivas sociedades" e suas relações com o meio, isto é, (1) a degradação do meio ambiente a partir de uma análise integrada: desmatamento-erosão-assoreamento-desperenização dos cursos d'água; (2) a história do uso e da propriedade da terra; (3) dos impactos das grandes obras – hidrelétricas, usinas de álcool e (4) dos reflexos das alterações do potencial ecológico e da exploração biológica sobre a sustentabilidade do desenvolvimento local-regional. O desafio que está colocado para o geógrafo é 'territorializar' o meio ambiente e, com isso, tentar superar a análise setorializada, onde as disciplinas e, conseqüentemente o conhecimento científico, estavam isoladas.

Dos três níveis de tratamento propostos⁷ no desenvolvimento dos estudos geomorfológicos, o que trata de compreender globalmente a fisiologia da paisagem é o que se identifica mais plenamente com a proposta de nossa pesquisa. O estudo integrado do "sistema natural" envolve problemas de dinâmica e de compartimentação, caracterizados estes na escolha das "unidades elementares da paisagem". O Pontal do Paranapanema (Figura 2), apresenta uma certa homogeneidade geomorfológica, litológica e climática, que se por um lado dificulta a cartografia das "unidades elementares da paisagem", uma vez que esta homogeneidade mascara a individualidade da ação dos elementos do meio, de outro, realça a dinâmica do todo, responsável pela individualidade da paisagem.

Essa "homogeneidade", vai em parte, desaparecer à medida que a exploração antrópica, elimina ou modifica a cobertura florestal e contribui, desse modo, para que os agentes climáticos tenham uma atuação morfogenética mais vigorosa, diversificando a paisagem e criando um verdadeiro mosaico de setores que equivalem a um "mostruário" para o observador. A análise da fisiologia da paisagem no Pontal do Paranapanema tem como recorte geográfico, mais específico, a bacia do ribeirão Santo Antônio (Figura 3).

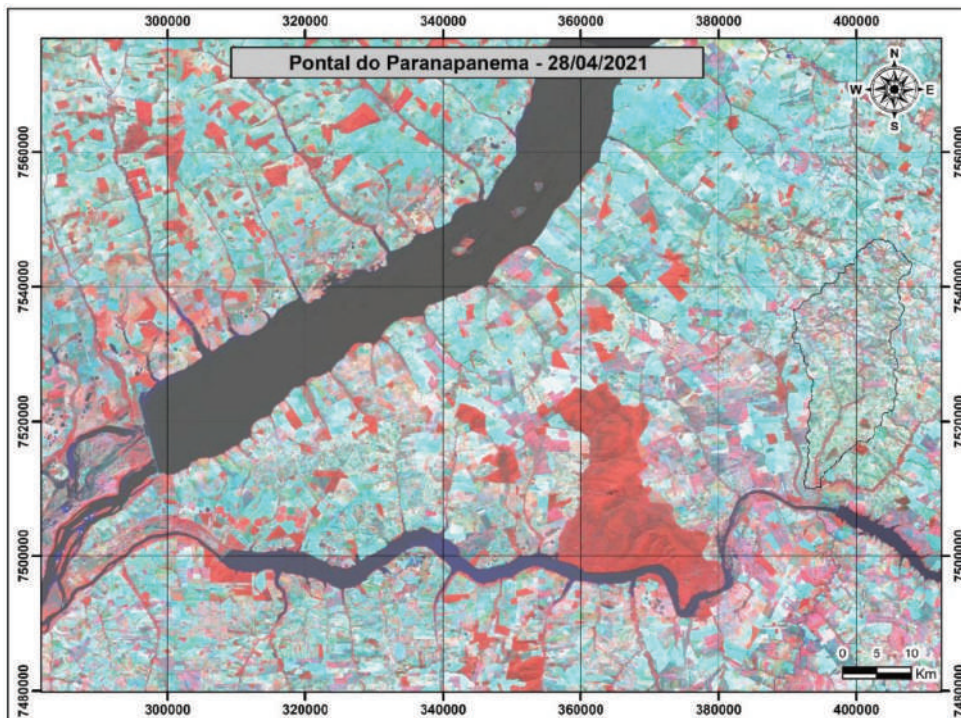
A unidade da paisagem e a compartimentação geomorfológica

Os chapadões ocidentais paulistas compreendem uma área de algumas dezenas de milhares de quilômetros

⁶ Erhart, 1955.

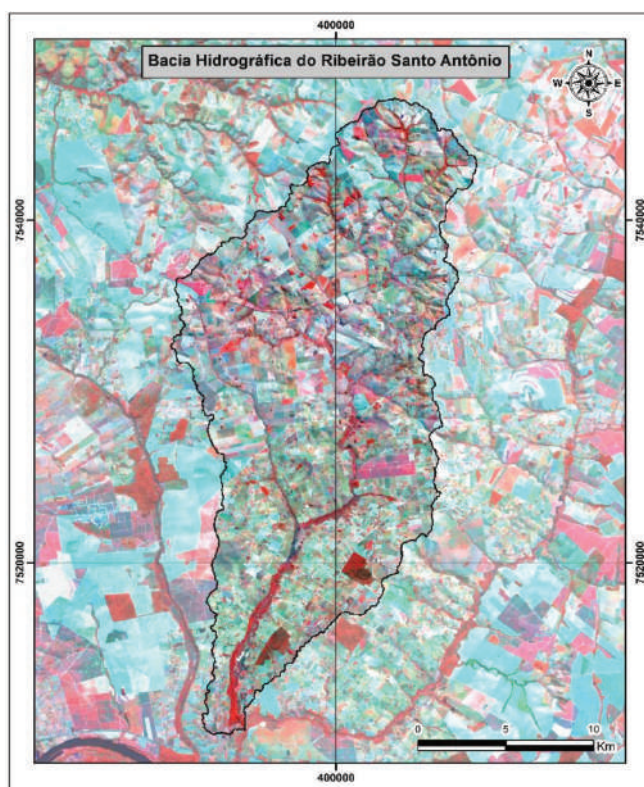
⁷ Ab'Saber, 1969.

Figura 2. Imagem Landsat 8 – 28/04/2021, composição RGB 574 (falsa-cor) que se presta para mostrar o uso da terra, com destaque para os reservatórios da UHE de Porto Primavera, no rio Paraná (ao norte) e de Rosana, no rio Paranapanema (ao sul). Aplicando-se um zoom na imagem, percebe-se com maior clareza os cursos fluviais, desprovidos de matas ciliares



Fonte: dos autores.

Figura 3. Bacia do Ribeirão Santo Antônio - Landsat 8 – 28/04/2021, composição RGB 574 (falsa-cor)



Fonte: dos autores.

quadrados, situada no extremo oeste do estado de São Paulo, a partir de 80-100 km à retaguarda das escarpas arenítico-basálticas e da borda ocidental dos planaltos residuais cretácicos (Serra de Agudos e do Mirante, Planalto de Marília; Serra de Dourados e de Brotas ou Planalto de Dourados).

No extremo-oeste, o relevo regional se traduz por um tipo de arranjo estrutural sob o controle de camadas praticamente horizontais e sub-horizontais, embora ocorra com frequência a formação de escarpas devido à diferente litologia, ao estado de agregação ou à cimentação da rocha. Nas folhas topográficas estas áreas são facilmente identificáveis pelo maior adensamento da rede hidrográfica.

A área ocupada pela Formação Caiuá possui um relevo mais suave, com poucos e pequenos cursos de água, apesar do alto índice pluviométrico. A monotonia do relevo é quebrada pelo aparecimento de morros testemunhos e pequenas escarpas, assim como por morros isolados de pouca altura, formados por cascalheiras – presentes nas proximidades do rio Paranapanema.

No Pontal do Paranapanema a área rebaixada dos chapadões ocidentais paulistas passa a incidir sobre estruturas cada vez mais antigas que a Formação Bauru; a princípio, no Pontal e no extremo Norte do Paraná, são os arenitos da formação Caiuá e depois, os basaltos

do Terceiro Planalto Paranaense, que foram afetados pelo rabaixamento erosivo e pela pediplanação neogênicos⁸. O Morro do Diabo, o Morro Santa Ida e do Três Morrinhos, esses três últimos localizados no município de Terra Rica (PR), são testemunhos da antiga extensão dos arenitos da Série Bauru, ao mesmo tempo que se comportam como relevos residuais do pediplano neogênico, nessa área extremo-oeste dos baixos chapadões ocidentais.

Mesmo reconhecendo que o Pontal possui filiação evolutiva muito direta com a história paleoclimática e paleobotânica Quaternária das áreas ou zonas onde elas se expandiram e de certo modo se fixaram, temos que admitir que os processos morfoclimáticos recentes modelaram em rochas sedimentares sub-horizontais, litologicamente homogêneas, um verdadeiro relevo de feições pouco variáveis. Criou-se uma espécie de mar de chapadões baixos predominantemente florestados, porém dotados eventualmente de “enclaves” de cerradões, cerrados (sul do município de Presidente Bernardes, arredores de Álvares Machado, sul de Sandovalina e de Estrela do Norte) e de cactáceas (Presidente Epitácio, Presidente Venceslau e sobretudo na Reserva do Morro do Diabo (Figura 4).

Em numerosas áreas, próximas do contato entre arenitos e basaltos (proximidade de Planalto do Sul, de

Figura 4. Exemplar de *Cereus sp.*, localizado na Reserva Estadual do Morro do Diabo, testemunho da ação do paleoclima do período neogênico



Fonte: dos autores.

⁸ Ab'Saber, 1969.

Cuiabá Paulista etc.) ou em plenos espigões rebaixados, aparecem cabeceiras em “vales” (nascentes do ribeirão Água Sumida, por exemplo), feições exóticas muito mais vinculadas ao domínio dos chapadões do Centro-Oeste (domínio dos cerrados) do que propriamente associados ao relevo dos chapadões revestidos de matas. Tais domínios ou conjuntos regionais de paisagem morfoclimática, ora do tipo zonal, ora do tipo azonal, não dependem somente da zonação climática atual, mas também dos efeitos acumulados de uma série de flutuações climáticas pretéritas⁹, que atuaram no território brasileiro, sobretudo a partir dos fins do Terciário.

Assim, podemos aceitar como “policíclico” o modelo físico regional resultante da retomada da erosão em dois ciclos erosivos, o Ciclo Velhas e o Ciclo Paraguai; também como poligênico porque foi gerado sob condições climáticas diversas, isto é, condições semiáridas e úmidas alternantes no Plio-Pleistoceno e condições úmidas no Holoceno (Recente e Atual)¹⁰.

O modelado semiárido do Plio-Pleistoceno legou à paisagem física atual formas fisiográficas típicas, tais como morros testemunhos, relevos tabulares, paleo-pedimentos (*stone-lines*), paleo-pediplanos exumados e paleocólúvios (paleotaludes), formas pretéritas de deposição que sob a ação do clima úmido atual, modelaram a compartimentação geomorfológica atual dos chapadões escalonados do Sudoeste Paulista.

No Pontal do Paranapanema é possível distinguir pelo menos quatro tipos de feições geomorfológicas:

1. “Espigão divisor dos rios Paraná e Paranapanema”, compartimento que contém a superfície de cimeira regional. Trata-se de remanescente da superfície sul-americana, esculpida nos arenitos da Formação Caiuá e da Formação Bauru. Na área em estudo, coincide com o topo das cabeceiras dos ribeirões de nascentes próximas à Planalto do Sul e Cuiabá Paulista (ribeirão Água Sumida, ribeirão Cuiabá, ribeirão Nhacá). As nascentes desses córregos se apresentam bastante dissecadas, conforme observadas in loco. É bom lembrar que essas feições são também facilmente percebidas nas imagens de satélite. A expansão recente da dendritificação nas cabeceiras dos pequenos afluentes, nascidos nos espigões mais elevados (remanescentes da superfície neogênica ou de seus relevos residuais, deposição), acompanhou de perto uma extensiva fase de suavização de vertentes.
2. Zona de amplas colinas de nível intermediário (250-500 m), de extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos e suavemente convexos, drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos – prevaletentes na região.
3. Baixos terraços - superfície com altitudes de 250 metros.
4. Planícies aluviais e de canais anastomosados (entre 240 e 250 metros). Tais planícies de inundação embutidas entre faixas de baixos terraços morfológicamente mal pronunciados, ora se alargam, ora se estreitam. Estão localizadas junto à margem do rio Paranapanema, na margem do rio Paraná, junto à confluência dos rios Paraná e Paranapanema – “Pontalzinho” – e ainda, na curva do Paranapanema, próximo a Teodoro Sampaio, de onde era retirada a matéria-prima (barro/argila) utilizada pelas olarias para a produção de tijolos. Atualmente essa área está inundada pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Rosana.

Os processos morfogênicos atuais e a fisiologia da paisagem

Os processos morfogênicos têm suas características definidas pela ação conjunta da compartimentação geomorfológica, das condições geopedológicas, da dinâmica climático-hidrológica, da exploração biológica e das alterações antrópicas.

Nos itens anteriores abordamos a presença desses elementos da paisagem e, nesse momento passamos a mostrar a fisiologia da paisagem determinadas pela efetiva integração, funcionamento e evolução desses elementos.

A eliminação da cobertura vegetal natural é o início de toda uma fase resistásica. O processo de posse e ocupação das terras do Pontal está ligado ao desmatamento e formação imediata das pastagens. Em muitas glebas, primeiro se plantou o capim, depois criou-se o boi e no final desse processo é que veio o desmatamento, consubstanciando a posse da terra.

Onde a sequência capim-boi-“pastagem”-desmatamento definiu na área *core* do Pontal uma morfogênese de impactos negativos menos significativos quando comparados às áreas essencialmente agrícolas do município de Mirante do Paranapanema, onde a sequência desmatamento-agricultura-exaurimento do solo-pastagem, determinou um caráter muito mais agressivo dos agentes morfogênicos.

⁹ Ab'Sáber, 1957; 1969; 1977. Cailleux y Tricart, 1957. Tricart, 1979.

¹⁰ Landim, Soares, 1976. Jabur y Santos, 1984.

Nas áreas de ocupação agrícola, os agentes morfo-genéticos passaram a se manifestar com grande agressividade, definindo uma dinâmica da paisagem com características de ruptura: erosão em sulcos – que resultaram na formação de inúmeras voçorocas –, erosão laminar intensa, com eliminação dos horizontes superficiais do solo, em intervalo curto de tempo e ainda com assoreamento e desperenização de muitos córregos e ribeirões, de grande importância na dinâmica climático-hidrológica. A elevação do nível de base regional (rios Paraná/257m e Paranapanema/257m) em função dos reservatórios formados para atender às usinas hidrelétricas da CESP, certamente agrava o processo de assoreamento dos cursos d'água, conforme constatamos nas últimas observações no terreno.

O próprio processo de formação das pastagens somado às condições geo-pedológicas e climático-hidrológicas da área *core* do Pontal, impedem uma atuação mais agressiva dos agentes morfo-genéticos.

Os solos originados da Formação Caiuá, por exemplo, apresentam horizonte B latossólico bastante profundo, não se observando diferença textural acentuada entre os horizontes A e B, e possuem boa drenagem interna.

Esses aspectos do solo da região favorece a infiltração, sendo, portanto, baixa a capacidade erosiva das águas de escoamento superficial. Isso fica muito claro, quando passamos para áreas onde o solo apresenta horizonte B textural.

Com relação aos dados de densidade hidrográfica, dois aspectos podem ser considerados na tentativa de explicar a fraca associação entre densidade hidrográfica e frequência de ravinas. Um aspecto é que no Pontal predominam formações superficiais fundamentalmente arenosas. O segundo aspecto – que de certa forma é consequência do primeiro – é que, na área em questão, a densidade hidrográfica pode ser considerada baixa, quando comparada com outras áreas próximas, de ocorrência da Formação Bauru.

A Formação Caiuá apresenta um padrão de drenagem que se caracteriza por cursos d'água de perfil longitudinal retilíneo e alongado, sem afluentes; ao contrário da Formação Bauru, onde os cursos d'água apresentam um perfil longitudinal com arcos e curvas pequenas e inúmeros afluentes, definindo uma densidade hidrográfica mais elevada que atua no modelado de forma mais agressiva. Os géotopos, onde os valores de densidade hidrográfica são mais elevados, apresentam afloramentos do arenito Bauru (alto do espigão divisor dos rios Paraná e Paranapanema: nascentes dos ribeirões Água Sumida, Nhacá, Cuiabá, córrego do Bonito e da Água da

Prata, principalmente). O arenito Bauru – menos permeável – constitui nível de base para o lençol de água subterrânea, conforme observamos nessas cabeceiras.

No entanto, ao lado desse quadro geral onde é permitido generalizações desse nível, vamos encontrar algumas unidades menores da paisagem, onde as formas do relevo definem desníveis bastante acentuados e, ainda, outras onde as ações antrópicas interferem de modo mais incisivo, ativando a morfogênese.

Nas nossas observações de campo e entrevistas com moradores e proprietários rurais fica bem claro que a percepção que eles têm da importância de se aplicar técnicas de manejo do solo – curvas de nível, por exemplo –, ou da necessidade e importância da manutenção de matas galerias ou mesma da preservação da Reserva Estadual do Morro do Diabo é muito ruim: eles confessam que a área de reserva deveria ser desmatada e ocupada.

As tentativas esboçadas por alguns proprietários, no sentido de controlar a erosão do solo, são as mais bizarras. Simplesmente eles não recebem orientação técnica agrônômica alguma. E como alguns estão conscientes da gravidade da erosão em suas propriedades, recorrem a soluções sem obter resultados efetivos.

Entre as unidades, os elementos da paisagem que chamam a atenção pela ruptura do equilíbrio, e que se encontram em fase resistásica, podemos destacar:

- a) as pequenas propriedades (próximas à Planalto do Sul, por exemplo), que são super-exploradas por arrendatários.
- b) as obras públicas – rodovias asfaltadas, sem obras de arte adequadas –, conforme observamos entre Planalto do Sul e Teodoro Sampaio e ainda, o asfaltamento de ruas, conforme constatamos em Cuiabá Paulista, tem contribuído para a intensificação da erosão. É a partir das "cabeças de pontes", dos locais de drenagem concentrada das águas pluviais, que se verificam algumas voçorocas de difícil controle. Tal fato é agravado ainda mais pelo fato que a preocupação com essas voçorocas surge apenas no momento em que há interrupção do fluxo rodoviário. E a preocupação é somente com o leito da rodovia.

Em resumo, podemos afirmar que em decorrência dos processos morfo-genéticos atuais é possível ressaltar os seguintes aspectos, definidores da fisiologia da paisagem:

No período mais úmido, que coincide com temperaturas mais elevadas, os processos morfo-genéticos são

agudizados pela ocorrência de precipitações convectivas, muito intensas, em intervalos curtos de tempo.

No período mais seco, a deficiência hídrica do solo atinge pontos críticos, se refletindo de modo negativo nas pastagens e no nível d'água dos ribeirões e córregos. Após a estiagem, as primeiras chuvas é que surpreendem glebas de solos desprotegidos (mesmo em áreas de pastagens), determinando efeitos erosivos intensos.

A erosão laminar (pouco perceptível nas imagens de satélite), é muito evidente quando se percorre as propriedades, sobretudo nas passagens dos topos para as vertentes, e responsável pela eliminação dos horizontes superficiais dos solos.

O ravinamento, como processo mais agressivo de incisão do relevo, aparece dissecando as cabeceiras dos córregos, sobretudo daqueles com nascentes do ribeirão Água Sumida, em decorrência do desmatamento e das pequenas propriedades que aí se encontram num processo intensivo de exploração agrícola. O relevo nesse ponto da bacia do ribeirão Água Sumida, apresenta, além disso, vertentes curtas com inclinação de 8 a 12 graus, agravando a questão.

São nessas manifestações espasmódicas das condições climáticas que a fisiologia da paisagem se revela mais claramente.

Nos momentos de chuvas mais intensas, é muito grave a erosão laminar, que chega a comprometer plantações inteiras, causando sérios prejuízos nas áreas agrícolas onde, certamente, a cobertura florestal teria amortecido o impacto.

Quando as chuvas de primavera-verão são irregulares, com 60-70 dias sem precipitações, define-se um quadro de seca, com implicações graves na fisiologia da paisagem: muitos córregos e ribeirões secam em alguns trechos, as pastagens se mostram frágeis e não resistem, obrigando os fazendeiros a darem maior atenção ao rebanho (onde se registram mortes de reses), a população pobre se desloca para a cidade em busca da subsistência. A região convive assim, com os excessos e a falta de escoamento superficial após a perda da mata original.

O exemplo dessa dinâmica, que mais nos chamou a atenção é o da bacia do alto ribeirão Santo Antônio.

Após retirada a cobertura vegetal, a área foi submetida ao uso agrícola, sem a menor preocupação com um manejo mais adequado às novas condições. A erosão laminar acabou destruindo todo o horizonte superficial do solo, tornando-o impróprio à agricultura. Com a eliminação do horizonte superficial, o solo se tornou mais impermeável, criando um déficit hídrico muito sério,

uma vez que a infiltração foi drasticamente reduzida, com efeitos negativos sobre a pedogênese. Surgiram as pastagens, que após 8-10 anos apresentaram uma queda na sua capacidade de apascentamento de 4 a 5 para 0,5 a 1 cabeça por hectare. O assoreamento e desperenização do córrego já estavam muito avançados.

É bom lembrar que estamos nos referindo a uma área onde as condições ambientais (solo, topografia) poderiam perfeitamente ser exploradas por atividades agrícolas, se o processo como se deu a apropriação da área não tivesse atingido tal nível de instabilidade.

Em praticamente toda área estudada observou-se as mesmas condições: córregos e ribeirões rasos, assoreados, com margens destruídas, sem mata ciliar e sem avistamento de exemplares da fauna silvestre. Apesar do trabalho ter sido desenvolvido sempre às margens de rios, poucos peixes ou outras formas de vida aquática foram avistados. Observamos, ainda intenso pisoteio causado pelo gado que, geralmente, tem livre acesso às áreas de preservação permanente (Figura 5).

Outra observação importante é a de que os córregos estão quase em sua totalidade localizados em áreas de pastagem ou em que determinados períodos são transformadas em pastagens. Isto impede a regeneração da vegetação individualmente, uma vez que o gado come ou pisoteia as poucas plântulas que tentam crescer, impedindo a recomposição dos fragmentos e das matas ciliares.

As figuras 6 e 7, elaboradas a partir da aplicação teórico-metodológica de análise geossistêmica, se prestam para demonstrar as dinâmicas paisagísticas no recorte geográfico da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio. A combinação dos elementos naturais associada à cultura dos seus agentes e sujeitos definem processos que se prestam para diagnosticar-prognosticar as transformações históricas e as dinâmicas atuais em cada um dos três segmentos da bacia hidrográfica, objeto desse estudo. A decomposição do todo espacial em suas partes, ou seja, a subdivisão da área em unidades elementares, tem como fim compreender as “descontinuidades objetivas da paisagem”¹¹.

Partindo dos elementos fornecidos pela pesquisa, é possível uma classificação das unidades componentes da paisagem, na bacia do ribeirão Santo Antônio, em função de uma tipologia dinâmica e da fragilidade dos equilíbrios morfo-pedogenéticos, nos seguintes tipos (figura 6):

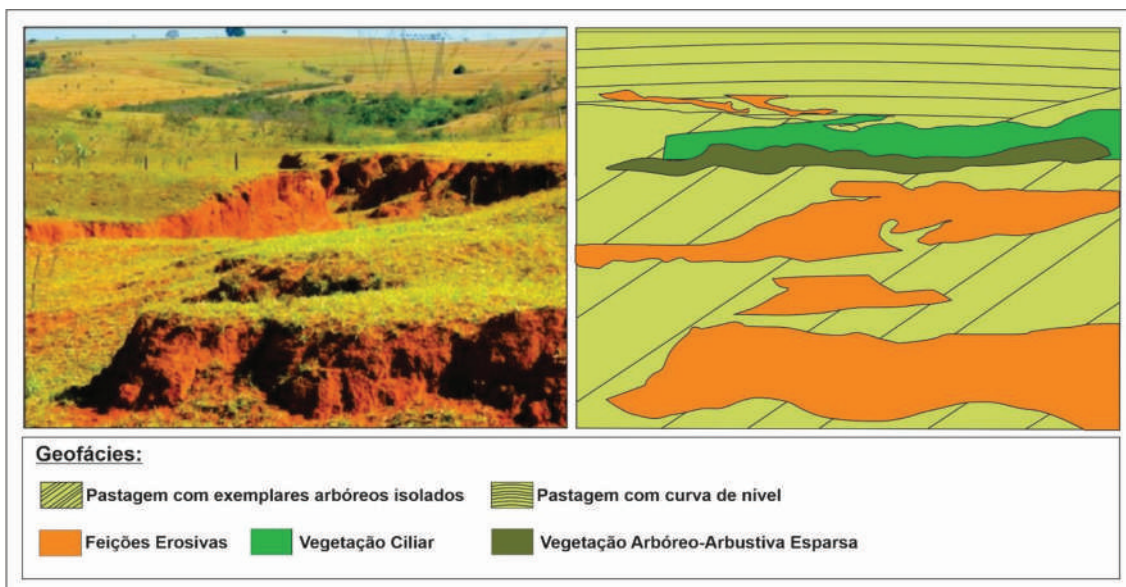
¹¹ Bertrand, 2009.

Figura 5. Alta bacia do ribeirão Santo Antônio em imagem de drone. Percebe-se o leito fluvial está assoreado e quase que totalmente desperenizado



Fonte: dos autores.

Figura 6. “núcleos de desertificação”/unidade de paisagem em resistasia, retomada por ação antrópica, com potencial ecológico degradado –, podendo ser reconhecidos como verdadeiros geótopos áridos, sem que a pedogênese completasse sua evolução. Em sua gênese, incluem-se fatos ligados a uma predisposição da estrutura geocológica, na maior parte das vezes acentuada por ações antrópicas

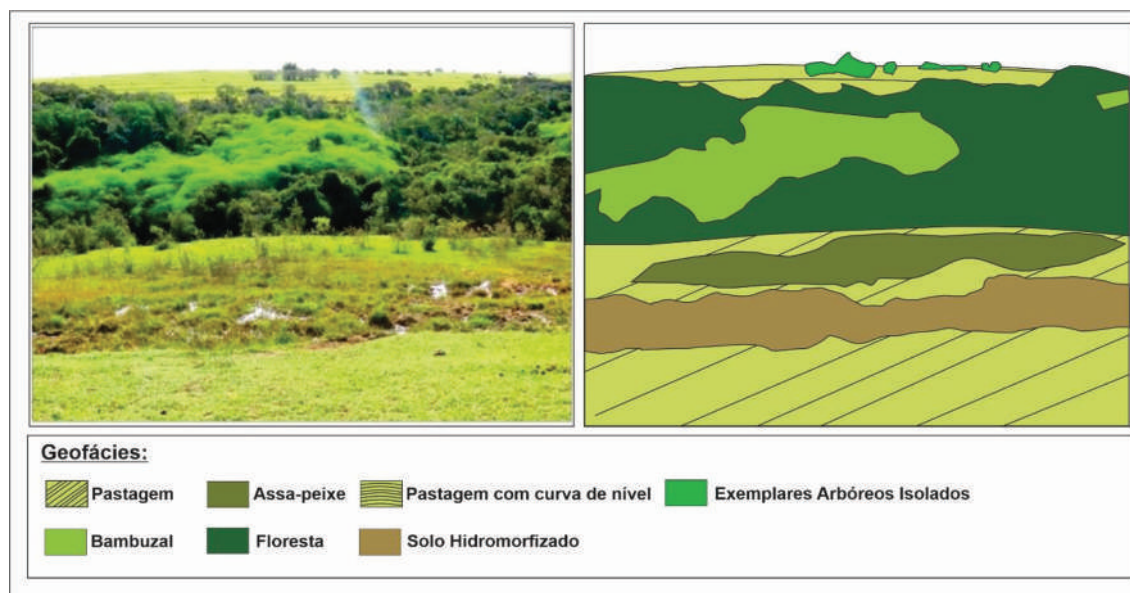


Fonte: dos autores.

Durante a última glaciação quaternária, a vegetação de mata de alguns geótopos foi mais lesionada e até mesmo eliminada e que, na fase pós-glacial, embora tenham ocorrido intervalos de “*otimum climaticum*”

favoráveis à biota tropical úmida, não houve tempo suficiente para o desenvolvimento da pedogênese. Quando as ações antrópicas eliminaram a cobertura vegetal, o suporte geocológico revelou sua natureza de

Figura 7. áreas de vegetação residual em biostasia subclimática e paraclimática – nessas áreas, o potencial ecológico se mantém praticamente estável e em equilíbrio com a exploração biológica, embora esta se apresente sensivelmente alterada pela ação antrópica, principalmente de sua composição florística e da fauna. Embora o potencial ecológico dessa unidade não tenha sido alterado, ele não oferece condições muito favoráveis ao ressurgimento da biota tropical, nos geótopos de onde ela foi eliminada. Certamente, a fase mais favorável – “*otimum climaticum*” – para o ressurgimento natural da mata talvez tenha passado



Fonte: dos autores.

sedimentos (sedimentos cenozóicos) não pedogeneizados. A dinâmica atual observada nesses “núcleos de desertificação” – sob o clima tropical úmido – revela que a pedogênese é parcialmente anulada pela morfogênese.

No entanto, nas condições biogeográficas atuais – tanto do potencial ecológico, quanto da exploração biológica – se não ocorrerem novas intervenções antrópicas, é possível que essas biotas evoluam para uma dinâmica climática (plenitude da biostasia), mesmo sofrendo alterações na composição florística. O desequilíbrio deu-se quando a ação antrópica se fez presente.

Algumas dessas áreas florestadas estão mais bem conservadas (subclimáticas), enquanto outras sofreram uma modificação parcial da exploração biológica (paraclimática) (figura 7).

Considerações Finais

No Sudoeste Paulista, a ocupação, a princípio motivada pelo avanço do café e da ferrovia, no início do século XX, é “redefinida” a partir do uso das terras areníticas e terá na cultura do algodão – a partir dos anos 1940 – a sua maior motivação. No extremo Sudoeste/Pontal do Paranapanema, o caráter de apropriação ilegal das reservas

florestais, caracterizou-se por elevada agressividade, onde o desmatar foi a única forma de “legitimar” a posse.

O nosso objetivo maior foi o de entendermos os dinâmismos de cada parcela e de suas relações com os contextos socioeconômicos e políticos nacionais, até porque, são regiões comandadas por decisões externas. Estamos muito próximos da realidade ao afirmarmos que o Pontal do Paranapanema, no conjunto, apresenta-se como um espaço de baixa fluidez, de lentidão e opaco.

As análises das imagens satelitares, os registros fotográficos, as observações sobre o terreno, as entrevistas etc. se prestam melhor – acreditamos – à explicitação dos processos evolutivos do que o tratamento numérico. O processo de ocupação de cada uma das parcelas se deu diferentemente: no tempo e na forma. Essa herança ficou plasmada na paisagem atual, malgrado o curto período de atuação dos agentes. Vale destacar que:

- Nas áreas de ocorrência do Caiuá, os vales são abertos, as águas mais espaiadas. Essa morfologia do relevo, associada à dinâmica das águas fluviais, ficou totalmente à mercê do processo de erosão, transporte e sedimentação, interferindo na fisiologia da paisagem, notadamente pelo assoreamento e desperenização aguda dos pequenos cursos fluviais.

- Nas áreas de relevo mais rugoso (topos) estão estreitamente relacionadas à ocorrência do arenito Bauru carbonatado. Os primeiros pioneiros – menos preparados tecnicamente e economicamente – ocuparam essas áreas mais elevadas, autênticas “bocasdo-sertão”, resultando no caráter muito agressivo de lesionamento da paisagem.

Referências Bibliográficas

- Ab'Sáber, Aziz Nacib.** 1957: "Conhecimentos sobre as flutuações climáticas do quaternário no Brasil". *Revista da Sociedade Brasileira de Geologia*, 6(1): 41- 8.
- Ab'Sáber, Aziz Nacib.** 1969: "Os baixos chapadões do oeste paulista". *Geomorfologia*, (7): 1-8.
- Ab'Sáber, Aziz Nacib.** 1977: "Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários." *Paleoclimas*, (3): 1-19.
- Bertrand, Claude y Bertrand, Georges.** 2009: *Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Tradução Messias Modesto dos Passos. Maringá (Brasil) Ed. Massoni.
- Bolós i Capdevila, Maria de; Bovet i Pla, María del Tura y Valentí, Juan Vila.** 1992: *Manual de Ciência del Paisaje: teoría, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Masson.
- Cailleux, André y Tricart, Jean.** 1957: "Zones phytogeographiques et morphoclimatiques du quaternaire au Brésil". *C. R. Soc. Biogeogr.*, (88/93): 7-13.
- Dias, Jailton** 2003: "A construção da paisagem na raia Divisória São Paulo-Paraná-Mato Grosso do Sul: um estudo por teledetecção". Tese (Doutorado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo (Brasil).
- Erhart, Henri.** 1955: "Biostasie et rhexistasie: esquisse d'une théorie sur le rôle de pedogenese en tant que phénomène géologique". *C. N. Séanc.* 241: 1218-20.
- Jabur, Issa Chaibem. y Santos, Manoel Luis dos.** 1984: "Revisão Estatigráfica da Formação Caiuá". *Boletim de Geografia*, v. 2 n. 2. p.91-106. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v2i2.12928>.
- Landim, Paulo Milton Barbosa y SOARES, Paulo José.** 1976: "Estratigrafia da Formação Caiuá". In: *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, v. 2, p. 195-206.
- Passos, Messias Modesto dos.** 1988: "O Pontal do Paranapanema: um estudo de geografia física global". Tese (Doutorado em Geografia). FFLCH, USP, São Paulo (Brasil).
- Passos, Messias Modesto dos.** 2006: *A Raia Divisória: Geossistema, Paisagem e Ecohistória*. Maringá (Brasil) Eduem.
- Tricart, Jean.** 1979: "Paysage, écologie et approche systématique". *Assoc. Géogr. Franç.* n° 465, p. 377-382. <https://doi.org/10.3406/bagf.1979.5134>.

Geossistemas regionais da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil

Regional geosystems of the Miranda Planning and Management Unit (UPG), Mato Grosso do Sul, Brazil

Lidiane Perbelin Rodrigues

Universidade Federal da Grande Dourados

Dourados-MS, Brasil

lidiane_perbelin@hotmail.com

 ORCID: 0000-0002-6799-456X

Charlei Aparecido da Silva

Universidade Federal da Grande Dourados

Dourados-MS, Brasil

charleisilva@ufgd.edu.br

 ORCID: 0000-0002-5598-7848

Informação sobre o item

Recibido: 22/06/2022

Revisado: 21/05/2023

Aceptado: 27/07/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7239

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

Este trabalho apresenta e analisa as dinâmicas da paisagem da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda, no Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. A metodologia empregada embasou-se nos conceitos de áreas naturais, geossistemas e paisagem. A definição dos geossistemas foi obtida a partir do cruzamento de dados temáticos que caracterizam elementos Zonais e Azonais das camadas da paisagem, caracterizando uma abordagem biserial. Em sua aplicação, utilizou-se dados relativos à compartimentação megageomorfológica e climatobotânica. Foi empregada "Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico" (LEGAL), disponível no SPRING 5.3, realizando-se o cruzamento matricial entre as variáveis, a partir do qual obteve-se a delimitação de 27 Geossistemas Regionais. Os resultados demonstraram o grande contraste paisagístico existente na UPG Miranda, que em virtude de suas características físico-geográficas, apresentam diferentes capacidades de suporte para as atividades antrópicas, condição esta que deve ser considerada durante o planejamento territorial da UPG Miranda.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia de Paisagens, Planejamento Territorial, Geoprocessamento.

ABSTRACT

This study aims to present and analyze the dynamics of the landscape of Miranda Planning and Management Unit (UPG), in the State of Mato Grosso do Sul (MS), Brazil. The methodology employed was based on the concepts of natural areas, geosystems and landscape. The definition of geosystems was obtained from the crossing of thematic data that characterize Zonal and Azonal elements of the landscape layers, characterizing a bisectoral perspective. In its application, it was used data relative to the megageomorphological and climatobotanical compartmentalization. It was used "Spatial Language for Algebraic Geoprocessing" (LEGAL) available in SPRING 5.3. It was realized is matricial crossing between the variables, from which was obtained the delimitation of 27 Regional Geosystems. The results demonstrated the great landscape contrast in the Miranda UPG, which, due to their physical and geographical characteristics, present different support capacities for anthropic activities, a condition that should be considered during the Miranda UPG territorial planning.

KEYWORDS: Landscape Cartography, Territorial Planning, Geoprocessing.

Geosistemas regionales de la Unidad de Planificación y Gestión (UPG) Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo presentar y analizar la dinámica del paisaje de la Unidad de Planificación y Gestión de Miranda (UPG), en el Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. La metodología utilizada se basó en la aplicación de los conceptos de áreas naturales, geosistemas y paisaje. La delimitación de los geosistemas se realizó a partir del cruzamiento de información temática que caracteriza los componentes zonales y azonales del paisaje, con un enfoque biserial. Para esto se utilizó la información relacionada con el megarelieve y las características botánico-climáticas del área. Se trabajó con el “Lenguaje Espacial para Geoprocesamiento Algebraico” (LEGAL) disponible en SPRING 5.3, realizándose el cruzamiento matricial entre las variables, a partir de lo cual se delimitaron 27 Geosistemas Regionales. Los resultados muestran los grandes contrastes paisajísticos que existen en la UPG Miranda, relacionados a la diversidad de sus características físico-geográficas, lo que condiciona diferentes capacidades de soporte para las actividades humanas, y que debe ser considerado durante la planificación territorial de la UPG Miranda.

PALABRAS CLAVE: Cartografía del Paisaje, Planificación Territorial, Geoprocesamiento.

Les géosystèmes regionaux de l'Unité de Planification et de Gestion (UPG) de Miranda, Mato Grosso do Sul, Brésil

RÉSUMÉ

Cet article a pour objectif présenter et analyser la dynamique du paysage de l'Unité de Planification et de Gestion (UPG) de Miranda, dans l'État de Mato Grosso do Sul (MS), Brésil. La méthodologie utilisée est basée sur les concepts d'espaces naturels, de géosystèmes et de paysage. La définition des géosystèmes a été obtenue à partir du croisement des données thématiques caractérisant les éléments zonaux et azonaux des couches du paysage, caractérisant une approche bisériale. Pour son application, des données relatives à la

subdivision mégagéomorphologique et climatobotanique ont été utilisées. « Spatial Language for Algebraic Geoprocessing » (LEGAL) disponible au niveau du SPRING 5.3. Un croisement de la matrice a été réalisé entre les variables, à partir duquel la délimitation de 27 Géosystèmes Régionaux a été obtenue. Les résultats ont montré le grand contraste du paysage qui existe au niveau de l'UPG Miranda, en raison de ses caractéristiques physiques et géographiques. Raison pour laquelle les différentes capacités de support doivent être prise en compte en ce qui concerne les activités humaines. Condition qui doit être prise en compte surtout lors de la planification territoriale de l'UPG Miranda.

MOTS CLÉ: Cartographie du Paysage, Aménagement du Territoire, Géotraitement.

Geosistemi regionali dell'Unità di Pianificazione e Gestione (UPG) Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasile

SOMMARIO

Questo lavoro si propone di presentare e analizzare le dinamiche paesaggistiche dell'Unità di pianificazione e gestione di Miranda (UPG), nello Stato del Mato Grosso do Sul (MS), Brasile. La metodologia utilizzata si è basata sui concetti di aree naturali, geosistemi e paesaggio. La definizione dei geosistemi è stata ottenuta dall'incrocio di dati tematici che caratterizzano gli elementi zonali e azonali degli strati paesaggistici, caratterizzando un approccio biserial. Nella sua applicazione sono stati utilizzati dati relativi alla suddivisione megageomorfologica e climatobotanica. È stato utilizzato "Spatial Language for Algebraic Geoprocessing" (LEGAL) disponibile in SPRING 5.3. Tra le variabili è stato effettuato un incrocio di matrici, da cui è stata ottenuta la delimitazione di 27 Geosistemi Regionali. I risultati hanno mostrato il grande contrasto paesaggistico che esiste all'UPG Miranda, che per le sue caratteristiche fisico-geografiche ha diverse capacità di supporto alle attività umane, condizione che deve essere considerata durante la pianificazione territoriale di UPG Miranda.

PAROLE CHIAVE: Cartografia del paesaggio, Pianificazione territoriale, Geolaborazione.

Introdução

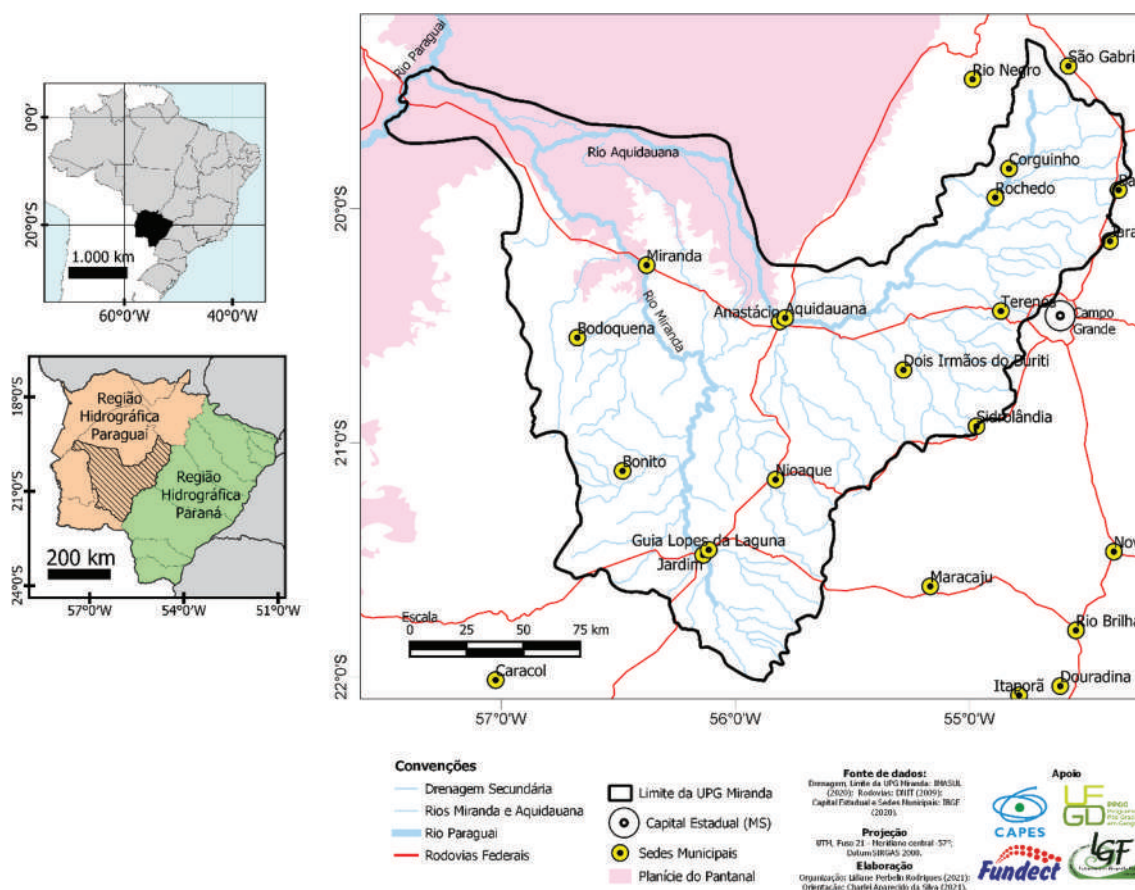
A complexidade é inerente a gestão dos recursos hídricos, pois, a ocupação da bacia hidrográfica envolve diversos fatores e atores sociais, cuja interação apresenta conflitos, fragilidades e vulnerabilidades, nesse sentido, há uma necessidade de constante aperfeiçoamento nos sistemas de gestão para atender as demandas dos diferentes grupos envolvidos¹.

Tomada enquanto unidade de planejamento, conforme preconizado na legislação brasileira (Política Nacional de Recursos Hídricos, PNRH) a bacia hidrográfica foi incorporada ao arcabouço da política ambiental estadual de Mato Grosso do Sul, por meio do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH-MS)², utilizadas como base para a delimitação

das Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPG), unidades territoriais definidas a partir deste critério físico-geográfico.

A UPG Miranda corresponde a uma dessas unidades, cujo limite é dado a partir da bacia hidrográfica do rio de mesmo nome, o Rio Miranda, afluente da margem esquerda do rio Paraguai (Mapa 1). A Unidade sobrepõe-se, total ou parcialmente, a área territorial de 20 municípios sul-mato-grossenses, são eles: Anastácio, Aquidauana, Bandeirantes, Bodoquena, Bonito, Campo Grande, Corguinho, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jaraguari, Jardim, Maracaju, Miranda, Nioaque, Ponta Porã, Rochedo, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia e Terenos³. Desses 20 municípios, apenas 6 deles encontram-se totalmente inseridos na UPG e 14 encontram-se parcialmente inseridos⁴.

Mapa 1 - Localização da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda (MS)



Fonte: Elaborado pelos autores.

¹ Pinto Filho e Cunha, 2022.

² Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia (SEMACE), 2010.

³ Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE), 2015.

⁴ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2022.

A população na UPG Miranda é majoritariamente urbana (90 %), constando com 13 sedes municipais inseridas na UPG, mas há também população rural⁵ (destaca-se os 41 assentamentos da Reforma Agrária e 9 terras indígenas)⁶.

A UPG Miranda reúne as dinâmicas naturais da Bacia do Alto Paraguai: do Pantanal, dos relevos cársticos da serra Bodoquena e relevos escalonados do planalto de Maracaju-Campo Grande, com as dinâmicas territoriais ligadas a agropecuária tradicional e a expansão do agro-negócio na região centro-oeste de Mato Grosso do Sul.

Nesse sentido, destaca-se a importância da identificação, representação e análise espacial das unidades de paisagem, como subsídio a gestão do território, destacando a conjuntura da governança da água no Brasil e na América Latina.

Grande parte dos conflitos sobre a água na América latina parte do contexto da disputa política entre as forças do mercado, que atuam pela crescente privatização dos serviços de água e saneamento, buscando maior desregulamentação e atuação estatal na prestação do serviço, enquanto movimentos sociais, buscam maior participação popular, com o reconhecimento do acesso a água e ao saneamento como um Direito Humano, assim observa-se uma grande assimetria entre atores e interesses⁷.

A gestão é uma atividade técnica, que aplica um conjunto de instrumentos para colocar os planos em prática, oferecendo diferentes opções para a governança, que é um processo político que articula os diferentes interesses dos atores sociais. A complexidade da gestão vem das características intrínsecas ao sistema bacia hidrográfica, que ultrapassa limites políticos municipais, estaduais ou até mesmo nacionais, cujo processo necessita de uma grande quantidade de dados e informações que subsidiam a tomada de decisão⁸.

Os diferentes atores sociais podem apontar para direcionamentos múltiplos ou até mesmo extremamente conflitante da governança dos recursos hídricos de uma determinada bacia⁹. Em escala nacional e regional um dos principais desafios para a governança dos recursos hídricos é a questão da expansão e intensificação agrícola, com o avanço das lavouras temporárias seja sobre vegetação nativa ou áreas de pastagens.

Este trabalho insere-se num contexto de ampliação das discussões acerca dos recursos hídricos e gestão territorial em Mato Grosso do Sul, compreendendo sua complexidade, visa contribuir par a análise da paisagem enquanto entidade geoecológica, cultural e dinâmica, empregando métodos e técnicas da cartografia de paisagens analisar as dinâmicas da paisagem da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda, do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil.

Do ponto de vista técnico-metodológico, este trabalho emprega a Cartografia de Paisagens, atividade de caráter físico-geográfico que busca representar os geossistemas, configurando um processo de regionalização, classificação, hierarquização e análise da evolução das paisagens através da síntese dos seus elementos¹⁰. Assim, apresenta-se uma caracterização dos Geossistemas Regionais unidades e subunidades definidas pela interação entre condicionantes cósmicas e atmosféricas e processos geomorfológicos. Assim, buscou-se identificar, delimitar e caracterizar geossistemas regionais da UPG Miranda, a fim de subsidiar a análise espacial e o planejamento físico-territorial dessa Unidade, com complexas características socioambientais.

Metodologia

Na elaboração deste trabalho, buscou-se seguir a proposta embasada nos conceitos de Áreas Naturais, Geossistemas e Paisagem, especialmente os trabalhos de Cavalcanti¹¹, Sotchava¹² e Isachenko¹³. A partir desta premissa, optou-se por uma abordagem Bisserial na delimitação dos Geossistemas Regionais, ou seja, foram delimitados a partir do cruzamento de dados temáticos que caracterizam elementos Zonais (dependentes dos fatores cósmicos e atmosféricos) e Azonais (elementos morfoestruturais) das camadas da paisagem.

Inicialmente, foi montado um Banco de Dados Geográficos (BDG) no software de Sistema Informação Geográfica (SIG), Spring/INPE 5.3¹⁴, no qual foram inseridos os dados secundários disponibilizados por diversas fontes em formatos vetoriais ou matriciais. Os dados vetoriais necessitaram ser convertidos para matriz, e

⁵ Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE), 2015.

⁶ Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), 2022.

⁷ Kuri e Ribeiro, 2020.

⁸ Silva e Melo, 2020.

⁹ Garnero, 2022.

¹⁰ Cavalcanti, 2013, 2018.

¹¹ Cavalcanti, 2013, 2018.

¹² Sotchava, 1977.

¹³ Isachenko, 1973.

¹⁴ Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), 2022.

posteriormente ponderados (conversão em grade numérica) para cruzamento e fatiamento em classes temáticas para geração dos mapas.

Empregando-se a ferramenta Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico (LEGAL), disponível no SPRING 5.3, realizou-se o cruzamento matricial entre as variáveis Compartimentação Megageomorfológica e Compartimentação Climatobotânica, obtendo-se a delimitação dos Geossistemas Regionais, na escala 1/1.000.000, caracterizando, assim, um Levantamento Exploratório sob uma Classificação Tipológica das Paisagens.

A compartimentação Climatobotânica foi obtida através do refinamento de dados sobre a vegetação original da área de estudo¹⁵, que possui escala 1:1.500.000, refinada a partir da interpretação visual da imagem Landsat-5, de 1985, composição colorida R5G4B3 (a data remete a um período com maior cobertura vegetal na área de estudo), para a escala 1/1.000.000, observando-se as quebras de relevo, a rede de drenagem e os padrões de textura e cor da vegetação.

A Megageomorfolgia foi obtida a partir dos dados da compartimentação em escala 1:5.000.000¹⁶, dessa forma, a topologia foi atualizada a partir da análise de imagem de satélite Landsat-8, de 2021 (data escolhida devido a maior sensibilidade do sensor Landsat-OLI, em relação aos padrões de relevo, em comparação ao sensor Landsat-TM)¹⁷, e da classificação do relevo, na escala 1/1.000.000¹⁸ (Quadro 1).

Quadro 1. Materiais Cartográficos utilizados na elaboração do trabalho

Tema	Fonte de Dados
Compartimentação Climatobotânica	1. Isoietas de Precipitação na escala 1/250.000 ¹⁹ . 2. Classificação Climática para Mato Grosso do Sul ²⁰ . 3. Vegetação Original, escala 1/1.500.000 ²¹ . 4. Imagem Landsat-5 de 1985 ²² .
Compartimentação Megageomorfológica	1. Compartimentação Geomorfológica (Escala 1/5.000.000) ²³ . 2. Compartimentação Geomorfológica (Escala 1/1.000.000) ²⁴ . 3. Imagem Landsat-5 de 2021 ²⁵ .

Fonte: Elaborado pelos autores.

¹⁵ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1992.

¹⁶ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2022.

¹⁷ United States Geological Survey (USGS), 2021.

¹⁸ Mato Grosso do Sul, 1990.

¹⁹ Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2022.

²⁰ Zavattini, 2009.

²¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1992.

²² United States Geological Survey (USGS), 2021.

²³ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2022.

²⁴ Mato Grosso do Sul, 1990.

²⁵ United States Geological Survey (USGS), 2021.

Ao mapa de Vegetação Original foi sobreposto ao Zoneamento Climático (vetores da Classificação Climática²⁶; e, as Isoietas de precipitação²⁷, a partir dos quais os polígonos da vegetação foram classificados em: Úmida ou Subúmida, e Tropical ou Subtropical, gerando-se a Compartimentação Climatobotânica.

Esta matriz resultante, foi cruzada a Megageomorfolgia (com 4 classes: Planícies, Planaltos, Depressões e Patamares Estruturais Dissecados), dando origem ao mapa de Geossistemas Regionais. A figura 1 apresenta de forma esquemática os procedimentos adotados:

Resultados e discussão

Compartimentação Climatobotânica

Conforme a Classificação Climática para o Estado de Mato Grosso do Sul²⁸, a UPG Miranda localiza-se em uma área de transição climática, sob a influência de massas de ar Equatoriais e Tropicais (A), caracterizando-se como um clima Tropical, alternadamente seco e úmido, na porção norte; e Massas Tropicais e Polares (B), caracterizando clima Subtropical Úmido, na porção sul, subdividindo-se ainda em três climas regionais: (A1) Participação Efetiva da Massa Tropical Continental; Massa Equatorial Continental com ação esporádica; (A2) Destacada Atuação da Massa Tropical Atlântica (TA/TC), e; (B2) Atuação Equilibrada das Massas Tropical Atlântica (TA/TC) e Polar Atlântica (PA/PV). Há também as Feições Climáticas Individualizadas nos Climas Regionais, conforme a Morfologia e a Pluviometria

Observa-se que a UPG Miranda apresenta variação de pluviosidade anual entre: menores que 1200mm e maiores que 1.600mm anuais²⁹ e as áreas mais chuvosas correspondem as áreas topograficamente mais elevadas localizadas na porção leste (acima de 300m de altitude da UPG Miranda e são áreas de geomorfologia ligadas a processos de dissecação).

Conforme a classificação da precipitação média anual adotada, a UPG Miranda foi subdividida em dois setores: o primeiro com precipitação média anual inferior a 1.400 mm/ano (região noroeste da UPG, que compreende as áreas de Pantanal no Baixo curso da Bacia

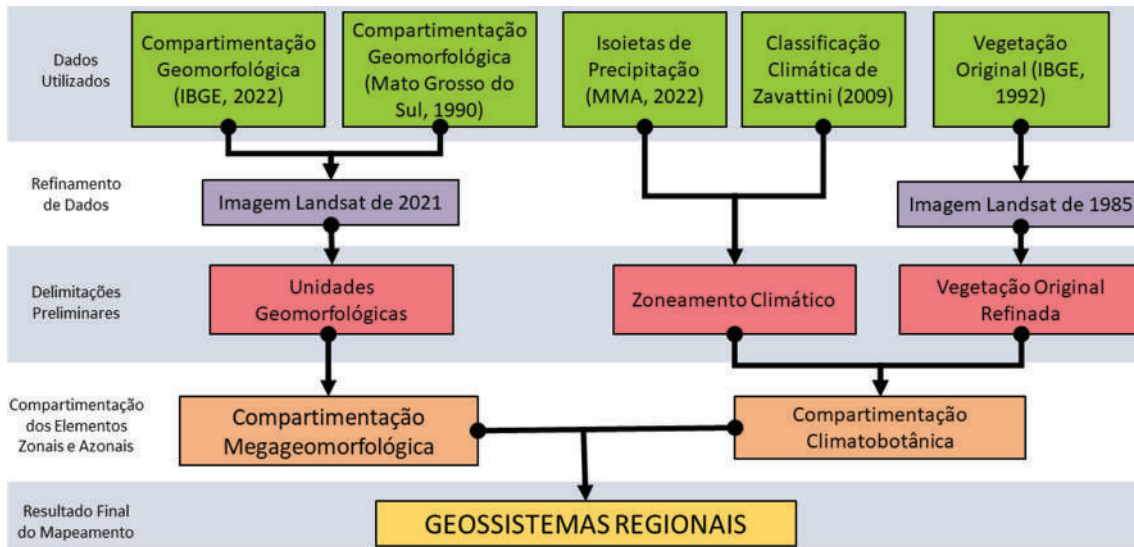
²⁶ Zavattini, 2009.

²⁷ Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2022.

²⁸ Zavattini, 2009.

²⁹ Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2022.

Figura 1. Procedimentos Metodológicos para a Delimitação dos Geossistemas Regionais



Fonte: Elaborado pelos autores.

do Miranda, e parte do médio curso na porção centro-oeste da Unidade), e o segundo setor com precipitação superior a 1.400mm/ano (faixa no sentido sudoeste-nordeste da UPG Miranda, corresponde ao alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, especialmente do rio Aquidauana, os Planalto de Maracaju e o Chapadão de São Gabriel do Oeste, incluindo dessa forma, parte importante das nascentes e áreas declivosas da Unidade). A mapa 2, apresenta a espacialização da pluviosidade média anual e da classificação climática para a Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda-MS.

O Estado de Mato Grosso do Sul apresenta três diferentes Biomas: Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Esses três biomas encontram-se representados também na UPG Miranda, em que o Bioma Cerrado possui a maior abrangência, constando em praticamente todo o alto e médio curso da bacia do Miranda, enquanto o Pantanal se restringe ao Baixo Curso, numa região de planície sazonalmente inundável, e o Bioma Mata Atlântica apresenta uma pequena mancha ao sudoeste da UPG e uma outra mancha maior ao noroeste, próximo ao Pantanal³⁰.

Esses Biomas se subdividem em diferentes fitofisionomias: florestais e campestres, decíduais, semidecíduas e savânicas, com presença de encraves e ecótonos, representadas no Mapa 3 e descritas no Quadro 2:

A partir da análise dos fatores Bioclimáticos, estabeleceu-se uma classificação da paisagem da UPG Miranda, que demonstrasse os aspectos Climatobotânicos, indicando a tipologia vegetacional associada ao tipo de clima e a precipitação de cada zona da UPG Miranda, assim, obtiveram-se 11 unidades indicativas da vegetação e do clima (Mapa 4).

Quanto a vegetação observa-se que as Áreas de Tensão Ecológica, localizam-se principalmente próximas a drenagem principal (rios Aquidauana e Miranda) além das áreas elevadas na porção oeste da UPG, na Serra da Bodoquena. Assim, encontram-se tanto em áreas Tropicais como Subtropicais, com precipitação superior e inferior a 1.400 mm. De forma semelhante, comporta-se a vegetação de Savana, que destaca-se nas áreas de Planalto de Maracaju e no Chapadão de São Gabriel do Oeste, e na Depressão do Miranda, do Prata e da Bodoquena.

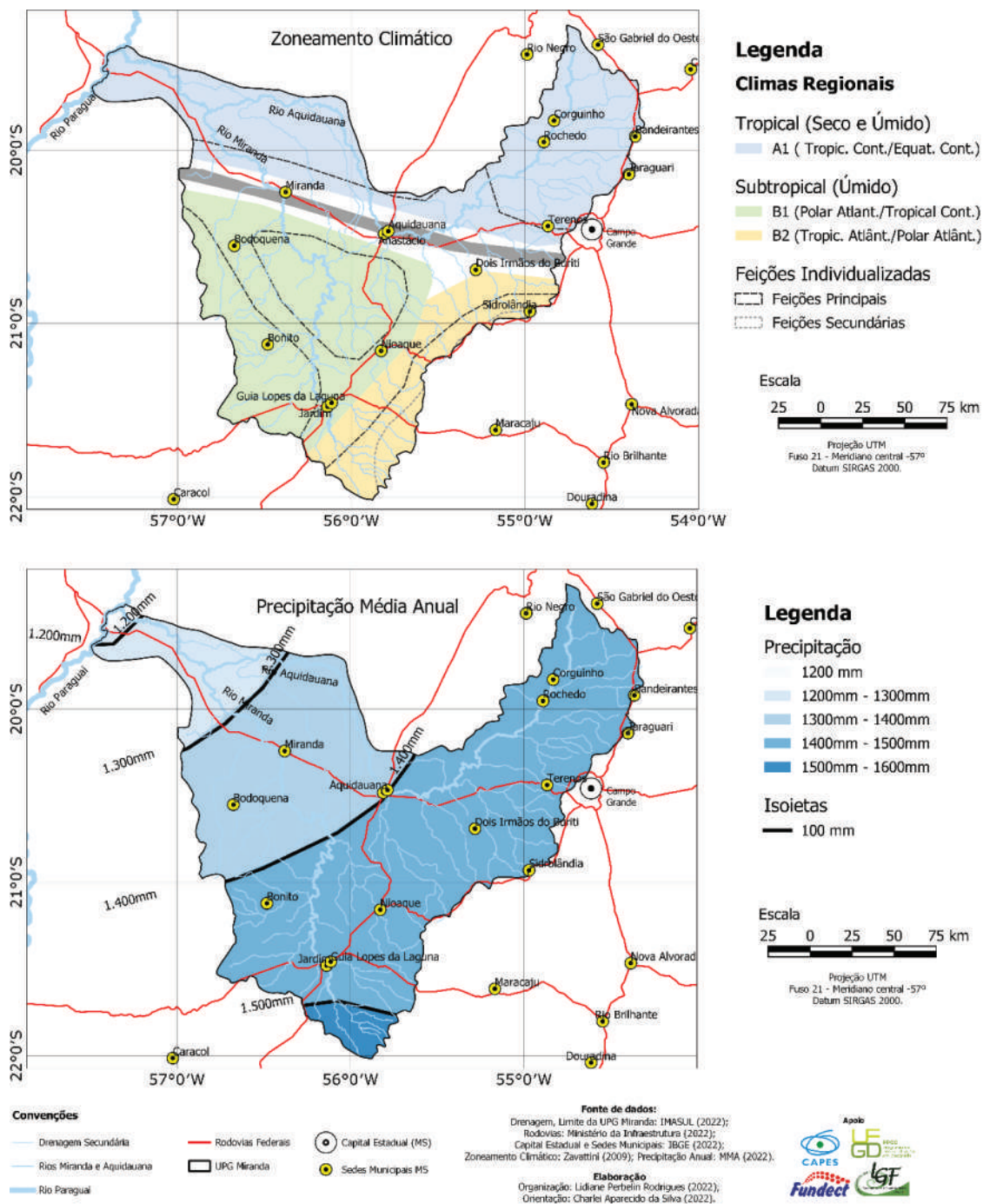
Por outro lado, as vegetações decíduas e semidecíduas, concentram-se na porção oeste. A Floresta Estacional Semidecidual, que apresenta apenas a característica Tropical Subúmida, enquanto a Floresta Decidual, conta com formações subúmidas, tropicais ou subtropicais.

Características Geomorfológicas

O relevo da UPG Miranda caracteriza-se predominantemente pela existência de Formas de Dissecção (Formas Convexas, Aguçadas e Tabulares) e Pedimen-

³⁰ Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), 2022.

Mapa 2. Variáveis Climáticas da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda (MS)



Fonte: Elaborado pelos autores.

tos, além de relevos residuais (*inselbergs*), relevos escalonados e pediplanados nas regiões Planálticas e de Depressão³¹. Destacam-se altitudes entre 200 e 860m (Mapa 5), com presença majoritária de declividades de 3 a 8% e entre 8 e 20%, podendo-se observar declividades superiores a 75%. Há também Planícies e Terraços

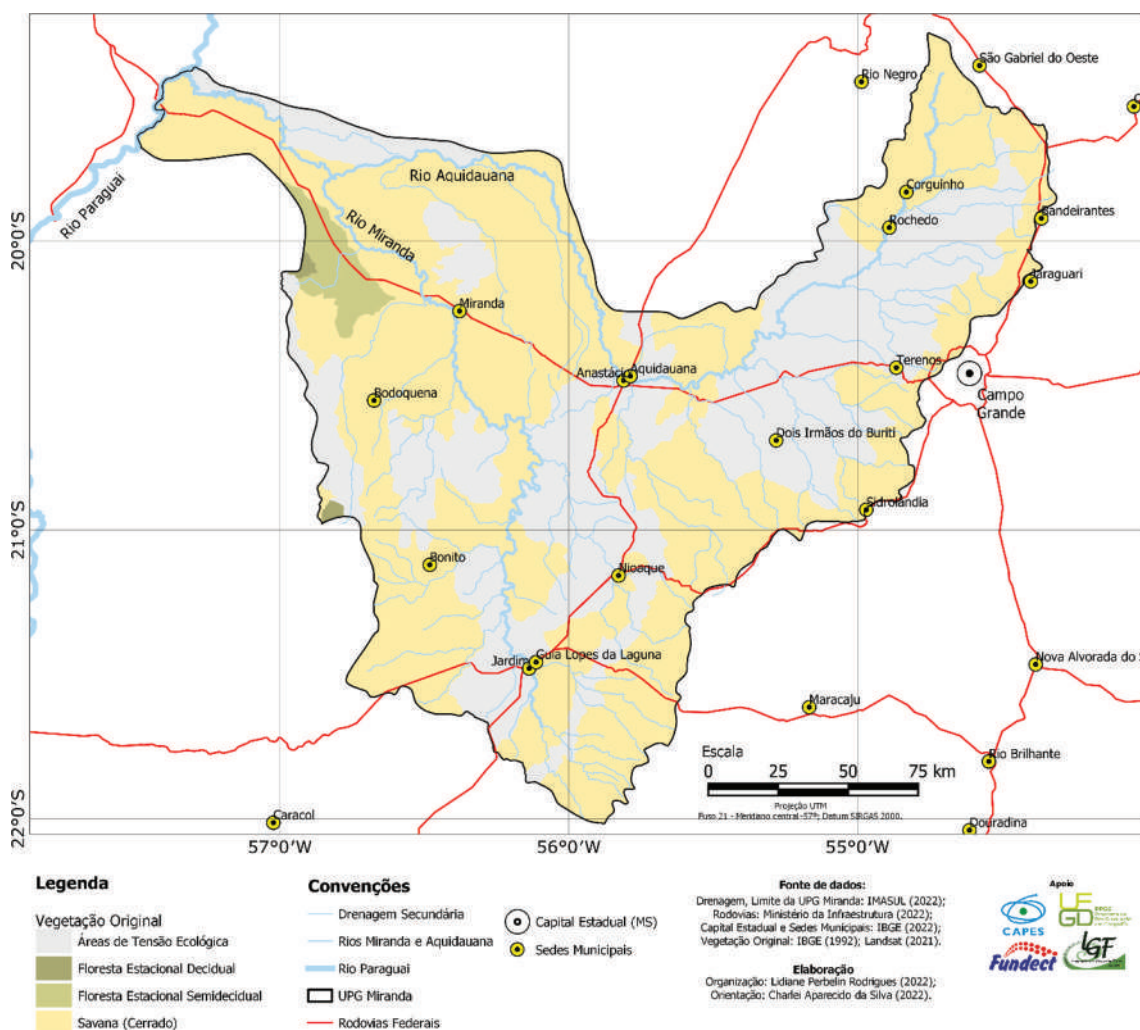
Fluviais na região de Pantanal, com altitudes inferiores a 200 metros até 67 metros, com declividades de até 8%³².

A Compartimentação Geomorfológica da UPG Miranda abrange Planaltos, Patamares Estruturais, Depressões e Planície, numa configuração em que as

³¹ Mato Grosso do Sul (1990), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022).

³² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2022.

Mapa 3. Vegetação Original da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda (MS)



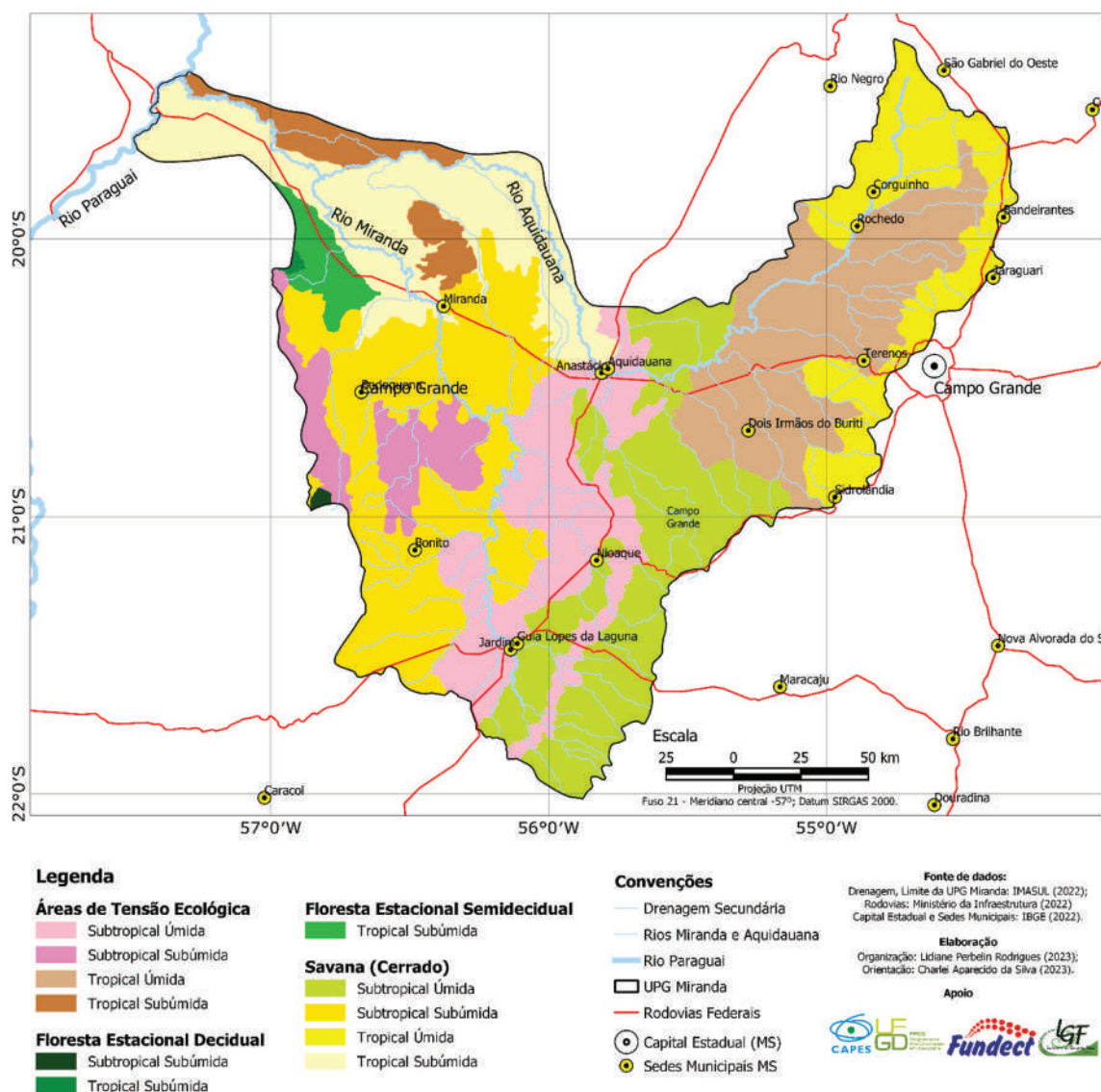
Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2. Caracterização das Fitofisionomias presentes na área de estudo

Fitofisionomias	Caracterização
Savana (Cerrado)	Corresponde a uma vegetação Xeromorfa, de clima estacional, períodos de seca e chuva de 6 meses cada (em média), e também em climas ombrófilos, ou seja, climas quentes e úmidos com invernos frios. Abrange desde fisionomias campestres até florestas, sendo encontradas na área de estudo as formações da Savana Arbórea Aberta, da Savana Arbórea Densa e da Savana Gramíneo-Lenhosa.
Floresta Estacional Decidual	Vegetação caracterizada pela caducifolidade, com estrato predominantemente florestal, em que mais de 50% dos indivíduos perdem suas folhas no longo período de seca, que ocorre logo após o período chuvoso. Na UPG Miranda, observa-se a presença de sub-grupos desta fitofisionomia, são elas, a Floresta Estacional Decidual Submontana e a Floresta Estacional Decidual Aluvial.
Floresta Estacional Semidecidual	Fitofisionomia condicionada pela dupla estacionalidade climática: Tropical (verão chuvoso seguido de estiagem acentuada) e Subtropical (sem período seco, mas com frio intenso), que provocam a caducifolidade, em cujo, conjunto florestal perde entre 20 e 50% das folhas, não apenas o indivíduo. A fitofisionomia presente na UPG Miranda, corresponde a Submontana.
Áreas de Tensão Ecológica	Correspondem as áreas de contato entre diferentes fisionomias, onde suas características são mescladas, dificultando sua diferenciação, podendo ser Ecótonos (quando as espécies se misturam, ficando as diferenças indiscerníveis) ou Encraves (podem ser diferenciados dependendo do detalhamento da escala, porém apresentam-se como manchas vegetacionais em detrimento as áreas contiguas)

Fonte: Adaptado de IBGE (1992).

Mapa 4. Compartimentação Climatobotânica da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda (MS)



Fonte: Elaborado pelos autores.

faixas nordeste-sudeste e leste correspondem as áreas topograficamente mais elevadas, enquanto na poção central ocorrem depressões e no Noroeste, encontra-se situada a planície pantaneira.

Os planaltos e chapadas da faixa noroeste-sudeste da UPG Miranda (Chapadão de São Gabriel do Oeste, Planalto de Campo Grande, Planalto de Dourados, Planalto do Taquari-Itiquira e a Serra de Maracaju) correspondem ao setor da Unidade abrangido pelas rochas terrígenas da Bacia Sedimentar do Paraná (Paleo-Mesozóica). Assim como os patamares estruturais (Planalto Dissecado da Borda Ocidental do Paraná, Primeiro

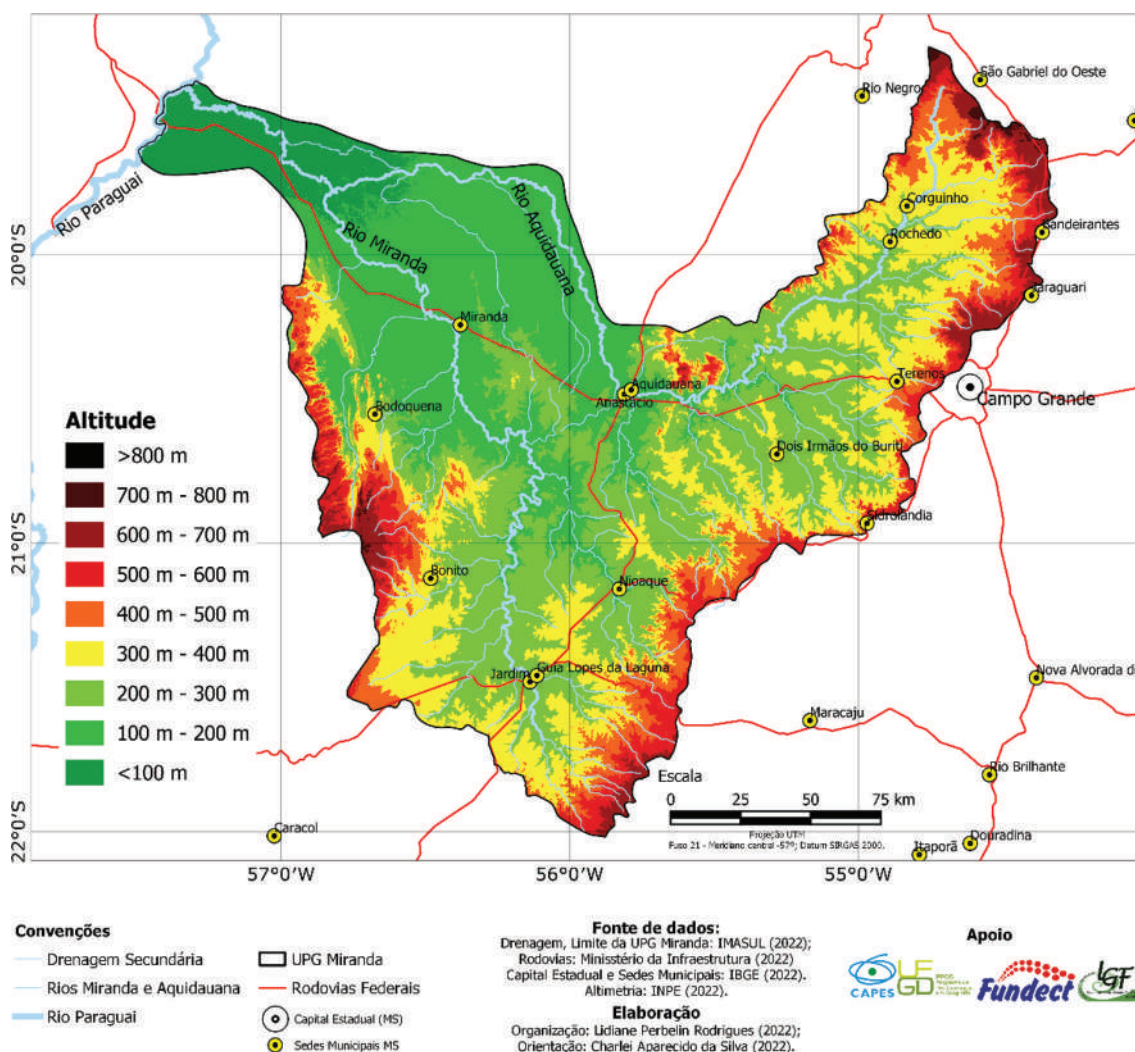
e Segundo Patamares da Bacia Ocidental do Paraná) e a Depressão do Miranda³³.

A região do Pantanal, corresponde as áreas de Depósitos da Formação Pantanal, da bacia Sedimentar Quaternária do Pantanal, tratam-se de rochas de idade Pleistocênica. O Pantanal possui características distintas das demais compartimentações geomorfológicas da UPG Miranda, como a presença de terraços fluviais e drenagem com padrão distributário³⁴.

³³ Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2006.

³⁴ Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2006.

Mapa 5. Altimetria da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda (MS)



Fonte: Elaborado pelos autores.

A região da Serra da Bodoquena e suas Depressões Periféricas (Alinhamentos Serranos da Bodoquena, Depressão do Prata e Depressão Setentrional da Bodoquena), correspondem a áreas sobre rochas terrígenas e carbonáticas, metassedimentares da Faixa Paraguai, com idades Pré-Cambrianas ou Pleistocênicas³⁵.

Para o mapeamento dos geossistemas regionais, simplificou-se as classes de Geomorfologia, em quatro diferentes Unidades: Depressões, Patamares Estruturais Dissecados, Planaltos e Chapadas, e Planícies. O Mapa 6, demonstra a compartimentação do relevo e também apresenta a versão simplificada, utilizada no cruzamento matricial com a Compartimentação Climatobotânica,

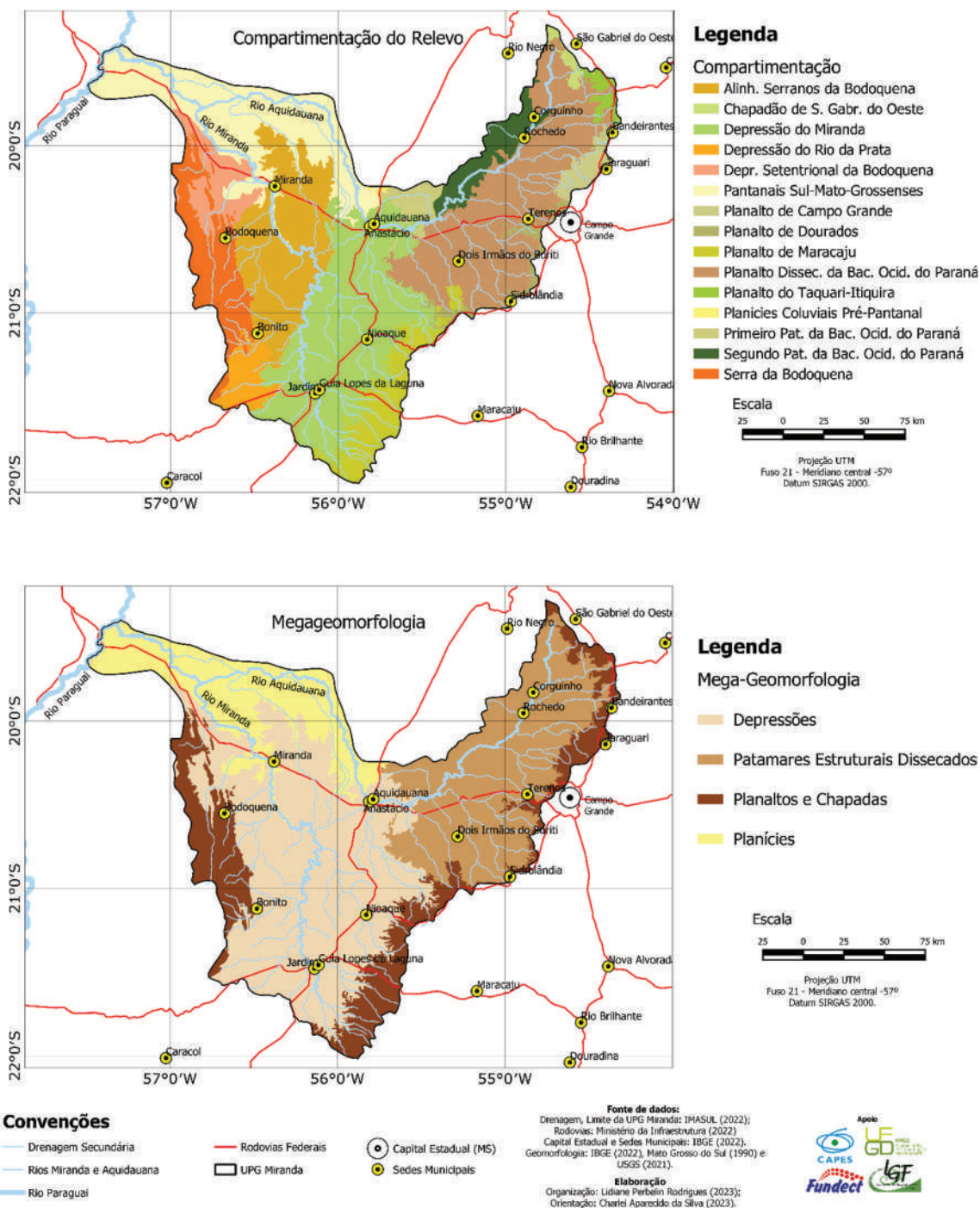
que deu origem ao mapeamento dos Geossistemas Regionais.

Geossistemas Regionais

A partir da aplicação da metodologia foi possível aferir a grande variedade das paisagens da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda-MS, que é bastante diversificada, especialmente devido ao fato desta possuir grande extensão territorial e de situar-se numa região de contrastes entre os Planaltos da Bodoquena e de Maracaju-Campo Grande e com a Planície Pantaneira, além das tipologias climáticas Tropical e Subtropical. Assim, foram mapeadas 27 Geossistemas Regionais (Mapa 7), que serão apresentados a seguir.

³⁵ Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2006.

Mapa 6. Variáveis Geomorfológicas da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda (MS)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os Geossistemas Regionais que ocorrem em regiões de Planaltos e Chapadas, apresentam-se em duas unidades básicas: uma correspondente a região da Bodoquena, na porção oeste da UPG, a outra, corresponde ao Planalto de Maracaju-Campo Grande e Chapadões de Mato Grosso do Sul, que estabelecem o divisor de águas entre as Bacias Hidrográficas do Paraguai e do Paraná na porção central do estado.

Na região da Serra da Bodoquena, há Floresta Estacional Decidual Subtropical Subúmida e Tropical Subúmida, com vegetação do bioma Mata Atlântica³⁶. Esta apresenta também a unidade Floresta Estacional

³⁶ Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), 2022.

presença de vegetação florestal estacional decidual e semi-decidual, e formações savânicas. Na porção leste da Unidade de Relevô, destaca-se a presença de Áreas de Tensão Ecológica, em clima Subtropical Subúmido.

No setor leste da UPG Miranda, a Savana (Cerrado) Subtropical Úmida e Tropical Úmida correspondem as áreas de vegetação nos Planaltos de Campo Grande, Dourados, Maracaju e Taquari-Itiquira, além do Chapadão de São Gabriel do Oeste, além da presença de Áreas de Tensão Ecológica Subtropical e Tropical Úmida.

Depressões representam a porção centro-oeste da UPG Miranda, correspondem as Depressões da Bacia do Alto Paraguai. Na porção noroeste da UPG, nas proximidades da Serra da Bodoquena, a Depressão Setentrional da Bodoquena apresenta clima Tropical Subúmido e vegetação estacional semidecidual. A porção do território ocupada por Savana (Cerrado) Subtropical Subúmida em Depressões corresponde ao maior geossistema da UPG Miranda, abrangendo áreas nas porções central e oeste da Unidade, desde a Depressão do Prata até os Alinhamentos Serranos da Bodoquena, Depressão do Miranda e Depressão Setentrional da Bodoquena. Na região da Bodoquena, no oeste do rio Miranda, observa-se também Áreas de Tensão Ecológica Subtropical Subúmida.

Ainda nas Depressões, a Savana (Cerrado) Subtropical Úmida está presente na porção centro-leste da Unidade, próximo ao Planalto de Maracaju. Áreas de Tensão Ecológica Subtropical Úmida, ocorrem na porção central da UPG Miranda, abrangendo desde a cidade de Jardim e Guia Lopes, até Aquidauana e Anastácio, em áreas próximas as drenagens do Aquidauana e do Miranda.

Nas áreas deprimidas próximas ao Pantanal, há áreas de Savana (Cerrado) ou Tensão Ecológica Tropical Subúmida.

A Planície corresponde a área da UPG Miranda que abrange o Pantanal. A unidade abrange as sub-regiões dos Pantanaís do Miranda (integralmente), Aquidauana, Abobral, Nabileque (parcialmente inseridos) e Paraguai (apenas pequeno trecho próximo à foz do rio Miranda)³⁷. A maior Unidade compreende áreas de Savana (Cerrado) Tropical Subúmido, que abrange quase todo o Pantanal do Miranda-Aquidauana e Paraguai, além de Área de Tensão Ecológica Tropical Subúmida, no extremo noroeste, no Pantanal do Miranda e Abobral.

A presença de Floresta Estacional Semidecidual Tropical Subúmida na planície, ocorre no oeste da UPG,

próximo a região da Bodoquena. As demais áreas de Savana (Cerrado) e Tensão Ecológica são todas subtropicais, variando em úmidas e subúmidas (nos médios cursos dos rios Aquidauana e Miranda, quando adentram na planície).

Os Geossistemas caracterizados pelo relevo em Patamares Estruturais Dissecados compreendem unidades da porção centro-leste da UPG Miranda, que representam a estrutura básica do relevo regional, marcado por áreas intermediárias em termos de dissecação, seguidos por áreas elevadas, formando parte do Planalto de Maracaju-Campo Grande.

Corresponde a porção mais dissecada e menos elevada que o Planalto, porém mais declivosa que a Depressão e a Planície. Nessa porção, observam-se áreas de savana e tensão ecológica: a Savana (Cerrado) Tropical Úmida, ocorre bordas dos Planaltos do Taquari-Itiquira, Campo Grande e Dourados, na porção nordeste, enquanto a Savana (Cerrado) Subtropical Úmida, está presente na porção central, nas bordas do Planalto de Maracaju. Áreas de Tensão Ecológica Tropical Úmida, correspondem as áreas na porção nordeste da UPG Miranda, na sub-bacia do Aquidauana, onde corresponde a tipologia climatobotânica mais abrangente do alto curso, enquanto a Tensão Ecológica Subtropical Úmida, aparece em pequenas manchas bordas do Planalto de Maracaju.

O mapa de Geossistemas Regionais demonstra a existência de diferentes zonas de influência do clima, que pode se comportar de forma mais estável durante o ano, com pluviosidades mais elevadas ou mais baixas, influenciando na existência de formações vegetais mais densas ou mais esparsas. Nota-se que a região do Pantanal apresenta como característica uma precipitação baixa, porém sua configuração de área úmida (*wetland*) é obtida devido ao escoamento fluvial das águas da região do planalto.

Considerações finais

Os resultados obtidos demonstraram a existência de um grande contraste paisagístico existente na UPG Miranda, que em virtude de suas características físico-geográficas, apresentam diferentes capacidades de suporte para as atividades antrópicas, condição esta, que deve ser considerada durante o planejamento territorial da UPG, especialmente frente ao avanço das monoculturas no Planalto de Maracaju-Campo Grande, na Serra da Bodoquena e no Pantanal.

³⁷ Silva y Abdon, 1998.

A partir da aplicação da metodologia foram identificados e delimitados 27 geossistemas regionais, demonstrando as diferenças existentes entre os Planaltos da Bodoquena e de Maracaju-Campo Grande. Essas diferenças são indicadas pelos índices pluviométricos e reforçadas pela presença de vegetações Decíduas e Semidecíduas na região da Bodoquena; enquanto a condição Tropical (porção norte) ou, Subtropical (porção sul) marca as diferenças, principalmente entre as Planícies, as Depressões e os Patamares Estruturais Dissecados, com a ocorrência de processos erosivos (depressão e patamares) ou deposicionais (planícies).

A metodologia empregada, do ponto de vista processual mostrou-se adequada, levando a delimitação das unidades geossistêmicas, contudo, do ponto de vista conceitual acredita-se que a inserção do detalhamento das unidades geológicas trará grande contribuição para uma melhor compreensão dos processos ambientais da área de estudo, com destaque para a região do Planalto da Bodoquena, que apresenta relevo cárstico, em diferenciação às unidades do Planalto de Maracaju-Campo Grande, que compõem sistema terrígeno. Este acréscimo deve ser realizado no prosseguimento da pesquisa. Acreditamos que o trabalho possa contribuir com o processo de gestão territorial da UPG-Miranda e no desenvolvimento de políticas públicas que cujo viés de conservação e preservação se faça presente.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG-UFGD) e a Fundação de Apoio a Ciência, Pesquisa e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (Fundect), ao Laboratório de Geografia Física (LGF-UFGD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido na forma de bolsa de estudos.

Referências

- Cavalcanti, L. C. de S.** 2013: *Da Descrição de Áreas à Teoria dos Geossistemas: uma Abordagem Epistemológica sobre Sínteses Naturalistas*. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife (Brasil).
- Cavalcanti, L. C. de S.** 2018: *Cartografia de paisagens: fundamentos*. São Paulo (Brasil), Oficina de Textos.
- Garnero, G.** 2022: River socio-natures in Latin America: Theoretical-methodological notes. *Agua Y Territorio / Water and Landscape*, (19), e5455. <https://doi.org/10.17561/at.19.5455>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 1992: *Mapa de Vegetação*. http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_sipam.php
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2022: *Banco de Informações Ambientais (BDiA)*. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html?=&t=sobre>
- Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) 2022: *SISLA: Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental*. http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina_inicial.php
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) 2022: *TOPODATA - Banco de dados Geomorfométricos do Brasil*. <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>
- Isachenko, A.G.** 1973: *Principles of Landscape Science and Physical Geographic Regionalization*. Melbourne.
- Kuri, G. H., & Ribeiro, W. C.** 2020: Gestión del agua y relaciones de poder en América Latina. *Agua y Territorio/Water and Landscape*, (15), 11-12. DOI 10.17561/at.15.5492
- Mato Grosso do Sul.** 1990: *Atlas Multirreferencial*. Campo Grande (Brasil), SEPLANCT/MS.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA) 2022: *Precipitação anual média do Brasil (1960-1990)*. <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data/download.htm>
- Pinto Filho, J. L. de O., & Cunha, L.** 2022: Water resource management: improvement guidelines for the Council of the Hydrographic Region of Central Portugal and for the Apodi-Mossoró River Basin Committee in Brazil. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (20), e5607. <https://doi.org/10.17561/at.20.5607>
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE). 2015: *Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Miranda*. Campo Grande (Brasil), IMASUL. <https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/PLANO-MIRANDA-CONSOLIDA%C3%87%C3%830-FINAL.pdf>
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia (SEMAC); 2010: *Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul*. Campo Grande (Brasil), Editora UEMS. <https://www.imasul.ms.gov.br/plano-estadual-de-recursos-hidricos-de-ms/>
- Serviço Geológico do Brasil (CPRM) 2006: *Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul*. http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/10217/2/mapa_ms.pdf
- Silva, J. dos S. V. da y Abdon, M. de M.** 1998: "Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(especial), 1703-1711. <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.20.30.13/doc/santos.pdf>

- Silva, J. I. A. O., & Melo, A. P.** 2020: The Brazilian Water Management System and public participation: the case of the Paraíba River basin. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (16), 87–104. <https://doi.org/10.17561/at.16.4921>
- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING). 5.3. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2022. <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>
- Sotchava, V. B.** 1977: *O estudo de geossistemas*. São Paulo (Brasil), Métodos em questão, Instituto de Geografia da USP.
- United States Geological Survey (USGS) 2021: *EarthExplorer*. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Zavattini, J. A.** 2009: *As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática*. São Paulo (Brasil), Editora UNESP.

A leitura e representação da paisagem rural como instrumento de gestão municipal: uma proposta para Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brasil

La lectura y representación del paisaje rural como instrumento de gestión municipal: una propuesta para Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brasil

Sidnei Luís Bohn Gass

Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Itaqui, RS, Brasil
sidneibohngass@gmail.com

 ORCID: 0000-0001-5197-7506

Dieison Morozoli da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS, Brasil
dieison.ufp@gmail.com

 ORCID: 0000-0001-5281-8427

Sidney Ferreira de Arruda

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS, Brasil
sidneyarruda@outlook.com

 ORCID: 0000-0001-8858-7317

Información del artículo

Recibido: 28/06/2022

Revisado: 02/06/2023

Aceptado: 09/06/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7266

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

Municípios agregam dinâmicas sócio-territoriais impactantes na paisagem, que é o conjunto de formas que exprimem as heranças das relações ocorridas entre sociedade e natureza, podendo ser compreendidas com o uso de critérios técnicos, como o PUC. Assim, se objetivou apresentar uma proposta de aplicação de leitura e representação da paisagem rural de Santo Cristo, RS, através do PUC. Solos, litologias e declividades, ponderados sob Análise Hierárquica de Processos, resultaram em um mapa de PUC, posteriormente comparado com a estrutura fundiária e o uso e cobertura da terra. Predominou o PUC médio (69,21 % do município), seguido por alto (27,70 %), muito alto (2,78 %) e baixo (0,31 %), distribuídos em uma estrutura fundiária de pequenas propriedades rurais de pecuária leiteira e sojicultura. Alterações expressivas do uso e ocupação da terra ocorreram no PUC alto e muito alto. Esse zoneamento e suas técnicas podem contribuir no planejamento e gestão da paisagem.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial de uso conservacionista, Zoneamento, Mapeamento, Santo Cristo.

RESUMEN

Los municipios suman dinámicas socio-territoriales impactantes en el paisaje, que es el conjunto de formas que expresan los legados de las relaciones sociedad y naturaleza, que puede entenderse utilizando criterios técnicos, como el PUC. Así, el objetivo fue presentar una propuesta de aplicación de lectura y representación del paisaje rural de Santo Cristo, RS, a través del PUC. Los suelos, litologías y pendientes, ponderados bajo el AHP, dieron como resultado un mapa del PUC, comparado con la estructura del suelo y su uso y cobertura. Predominó el PUC media (69,21 %), seguida de alta (27,70 %), muy alta (2,78 %) y baja (0,31 %), distribuidas en una estructura de tierras de pequeñas propiedades rurales de lechería y soja. Cambios significativos en el uso y ocupación del suelo ocurrieron en el PUC alta y muy alta. Esta zonificación y sus técnicas pueden contribuir a la planificación y gestión del paisaje.

PALABRAS CLAVE: Potencial de uso para la conservación, Zonificación, Mapeo, Santo Cristo.

The reading and representation of the rural landscape as an instrument of municipal management: a proposal for Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brazil

ABSTRACT

Municipalities add impactful socio-territorial dynamics in the landscape, which is the set of forms that express the inheritance of the relations society and nature. that can be understood using technical criteria, such as the PUC. Thus, the objective was to present a proposal for the application of reading and representation of the rural landscape of Santo Cristo, RS, through PCU. Soils, lithologies and slopes, weighted under Hierarchical Process Analysis, resulted in a PCU map, later compared with land structure and municipal land use and cover. The medium PCU predominated (69.21 %), followed by high (27.70 %), very high (2.78 %) and low (0.31 %), distributed in a land structure of small rural properties of dairy farming and soybean farming. Significant changes in land use and occupation occurred in the high and very high PCU. This zoning and its techniques can contribute to the planning and management of the landscape.

KEYWORDS: Potential for conservation use, Zoning, Mapping, Santo Cristo.

La lecture et la représentation du paysage rural comme instrument de gestion municipale: une proposition pour Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brésil

RÉSUMÉ

Les municipalités ajoutent une dynamique socio-territoriale impactante dans le paysage, qui est l'ensemble des formes qui expriment l'héritage des relations société-nature, qui peuvent être appréhendés à l'aide de critères techniques, tels que le PUC. L'objectif était de présenter une proposition de lecture et de représentation du paysage rural de Santo Cristo, RS, à travers PUC. Les sols, les lithologies et les pentes,

pondérés dans le cadre de AHP, ont abouti à une carte PUC, comparée à la structure des terres et à sa utilisation et couverture. Le PUC moyen prédominait (69,21 %), suivi du haut (27,70 %), du très haut (2,78 %) et du bas (0,31 %), répartis dans une structure foncière de petites propriétés rurales d'élevage laitier et de soja. Des changements dans l'utilisation et l'occupation des terres se sont produits dans les PUC élevés et très élevés. Ce zonage et ses techniques peuvent contribuer à l'aménagement du paysage.

MOTS CLÉ: Potentiel d'utilisation pour la conservation, Zonage, Cartographie, Santo Cristo.

La lettura e la rappresentazione del paesaggio rurale come strumento di gestione municipale: una proposta per Santo Cristo, Rio Grande do Sul, Brasile

SOMMARIO

I Comuni aggiungono dinamiche socio-territoriali impattanti al paesaggio, che è l'insieme delle forme che esprimono i lasciti delle relazioni società e natura. Che possono essere compresi utilizzando criteri tecnici, come il PUC. Pertanto, l'obiettivo era presentare una proposta per l'applicazione della lettura e della rappresentazione del paesaggio rurale di Santo Cristo, RS, attraverso il PUC. Suoli, litologie e pendii, pesati nell'analisi del processo gerarchico, hanno prodotto una mappa PUC, successivamente confrontata con la struttura del terreno e l'uso e la copertura del suolo comunale. Predominava il PUC medio (69,21 %), seguito da alto (27,70 %), molto alto (2,78 %) e basso (0,31 %), distribuito in una struttura territoriale di piccole proprietà rurali di allevamento di latte e soia. Cambiamenti significativi nell'uso e nell'occupazione del suolo si sono verificati nel PUC alto e molto alto. Questa zonizzazione e le sue tecniche possono contribuire alla pianificazione e gestione del paesaggio.

PAROLE CHIAVE: Potenziale per uso conservativo, Zonizzazione, Mappatura, Santo Cristo.

Introdução

O município, compreendido como uma circunscrição administrativa com personalidade jurídica, é a unidade de planejamento e gestão territorial local¹. Por mais que seja definido por limites político-administrativos resultantes dos movimentos de organização da sociedade –posteriormente definido legalmente pela unidade da federação na qual está inserido–, demanda, em função da sua complexidade, um árduo trabalho para a estruturação de um modelo de gestão territorial.

Esse processo pode ser potencializado a partir da aproximação com as instituições de ensino, nas quais o estudo do município, em especial pela Geografia e pela História, tem o poder de instrumentalizar os futuros gestores para que desenvolvam uma visão mais integradora do município. Nesse sentido, Callai e Zarth² trazem uma importante reflexão ao afirmarem que estudar o município é importante e necessário para o estudante, na medida em que está desenvolvendo o processo de conhecimento e de crítica da realidade em que vive, visto que ali estão o espaço e o tempo delimitados, permitindo que se faça a análise de todos os aspectos da complexidade do lugar. Esse é o contexto no qual deve estar alicerçada a gestão territorial municipal, sem relegar, contudo, o fato de que o município, segundo os autores citados:

é uma escala de análise que permite que tenhamos próximos de nós todos aqueles elementos que expressam as condições sociais, econômicas, políticas do nosso mundo. É uma totalidade, considerada no seu conjunto, de todos os elementos ali existentes, mas que, como tal, não pode perder de vista a dimensão de outras escalas de análise³.

Assim sendo, pelo conhecimento da realidade municipal é possível vinculá-la às demais realidades, bem como a outras escalas de análise. Quanto à gestão do território, tem-se a perspectiva escalar e temporal, sendo necessária sua conexão com os métodos e instrumentos de gestão. Mesmo que a taxa de urbanização brasileira seja de 84,36 %⁴, é no meio rural que ocorrem dinâmicas territoriais, transformações e relações socioespaciais de interesse para o presente trabalho e que se expressam na e pela paisagem, que pode ser analisada a partir da sua estrutura, da dinâmica que nela ocorre, da função

que ela exerce e das formas resultantes dos processos de apropriação⁵. Para Verdum e Fontoura:

a paisagem pode ser concebida como o conjunto das formas que caracterizam um determinado setor da superfície terrestre. Os geógrafos analisam os elementos que compõem a paisagem, em função de sua forma e magnitude, e propõem uma classificação das paisagens. Assim sendo, é de fundamental importância, nesse tipo de procedimento, que a paisagem seja considerada como o conjunto dos elementos da natureza que podem ser observados a partir de um ponto de referência. Além disso, na leitura da paisagem, é possível definir as formas resultantes da associação o ser humano com os demais elementos da natureza⁶.

Para Costa et al.⁷ a leitura da paisagem pode ser, dependendo da metodologia adotada, bastante subjetiva. Assim, os autores propuseram a metodologia do Potencial de Uso Conservacionista (PUC), que estabelece pesos e critérios para a análise da paisagem a partir da declividade, da litologia e da pedologia. Cabe compreender que a proposta dos autores citados objetiva trazer um método de análise que auxilie nos processos de planejamento do meio rural, em especial nas tomadas de decisão por parte de órgãos ambientais.

No Estado de Minas Gerais, o Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP)⁸ era o instrumento oficial para subsidiar os planos de gestão de recursos hídricos. Para a elaboração de estudos e diagnósticos a partir do ZAP, as unidades de paisagem, na última etapa do processo, eram delimitadas manualmente, por meio da análise das curvas de nível, inferindo no resultado a percepção de quem aplicava o método. A substituição do ZAP pelo PUC busca uma caracterização da paisagem por meio de critérios técnicos e objetivos que levantem as potencialidades e limitações do meio físico com o uso de ponderação e álgebra de mapas⁹. Assim, tal recurso passa a ser uma alternativa para outras regiões do Brasil nos estudos da paisagem com enfoque ao potencial para uso agropecuário. Usando as mesmas variáveis (declividade, litologia e pedologia) e seguindo a metodologia de Costa et al.¹⁰ o método permite um zoneamento do território de forma a identificar zonas mais recomendadas para

⁵ Verdum; Fontoura, 2009, 10.

⁶ Verdum; Fontoura, 2009, 10.

⁷ Costa et al., 2017a; 2017b.

⁸ FEAM-MG, 2020.

⁹ Costa et al., 2019b.

¹⁰ Costa et al., 2017a; 2017b.

¹ Gass; Silva; Arruda, 2022.

² Callai; Zarth, 1997, 11.

³ Callai; Zarth, 1997, 11.

⁴ IBGE, 2010.

o uso agrícola e aquelas que necessitam de medidas de conservação e proteção ambiental mais eficazes¹¹.

Um aparato teórico-metodológico importante para a compreensão das estruturas agrárias municipais é a teoria dos sistemas agrários, desenvolvida por Mazoyer e Roudart¹². De acordo com Silva-Neto e Basso¹³, o objetivo da teoria é servir de instrumento de análise da evolução histórica e da diferenciação geográfica da agricultura, podendo ser aplicada para distintas finalidades. É preciso compreender, contudo, que um sistema agrário é composto por critérios que podem ser assim agrupados: o agroecossistema e o sistema social produtivo. É nesse contexto que se entende que a definição do PUC em associação com dados de uso e cobertura da terra e estrutura fundiária servem de suporte para a aplicação da teoria como instrumento para a gestão municipal.

Nesse sentido, objetiva-se apresentar neste trabalho uma proposta de aplicação de leitura e representação da paisagem rural do município de Santo Cristo, noroeste do RS, Brasil, recomendando um zoneamento que dê suporte ao diagnóstico para a definição dos sistemas agrários como ferramenta de gestão territorial.

Localização da área de estudo

O estudo em tela foi desenvolvido no município de Santo Cristo, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, como pode ser observado no

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo



Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

mapa da Figura 1. Criado em 28 de janeiro de 1955, possui uma área de 367,20 km², dos quais cerca de 95 % são de área rural. De acordo com o censo demográfico de 2010¹⁴, sua população é de 14.378 habitantes, sendo 45,88 % residentes no espaço rural e 54,12 % no espaço urbano.

Resultante de um processo de ocupação por povoamento, a região noroeste do Rio Grande do Sul foi uma das últimas a receber imigrantes, na sua maioria, alemães, a partir da segunda metade do século XIX. Como registrado por Bernardes¹⁵, os colonos, imigrantes ou seus descendentes, dirigiam-se sempre para a mata. Isso ocorreu não pelo fato de as grandes fazendas da campanha já terem sido implantadas em períodos anteriores, mas pelo entendimento à época que os solos das regiões de mata possuíam maior potencialidade para a produção agrícola. Um outro aspecto é que, considerando-se as características naturais dos países de origem dos imigrantes, a fisionomia da paisagem das regiões de mata se assemelhava mais às paisagens de suas memórias.

Nesse processo de povoamento cada família recebeu uma fração de terras, denominada de colônia, equivalente a 25 hectares. Tal distribuição homogênea das terras influenciou de forma significativa o processo de apropriação do território, sendo perceptível na estrutura fundiária atual, baseada em pequenas propriedades rurais. A Figura 2 representa o atual território do município de Santo Cristo, com a divisão original em colônias.

Como mencionado por Bernardes¹⁶, os processos de povoamento no Rio Grande do Sul foram influenciados pelos fatores naturais, com significativa contribuição do relevo e da vegetação. Nesse sentido, observar a dinâmica geomorfológica do município de Santo Cristo, a partir da sua altimetria e das formas resultantes, auxilia na compreensão da evolução atual da paisagem. No mapa da Figura 3, é possível verificar a distribuição das classes altimétricas e da rede hidrográfica no município de Santo Cristo.

A amplitude altimétrica observada, de 240 metros, demonstra que a dinâmica geomorfológica da região, vinculada ao Planalto Dissecado do Rio Uruguai, provocou fortes entalhamentos nas rochas basálticas, permitindo a ocorrência de uma vasta rede de drenagem que, nos cursos de maior capacidade, apresentam amplas planícies de inundação. Essas características, associadas às condições da vegetação original – coberturas florestais primárias – originaram o traçado das colônias distribuídas aos imigrantes que povoaram a região, como fica evidente quando se compara as Figuras 2 e 3.

¹¹ Gass et al., 2019.

¹² Mazoyer; Roudart, 1997.

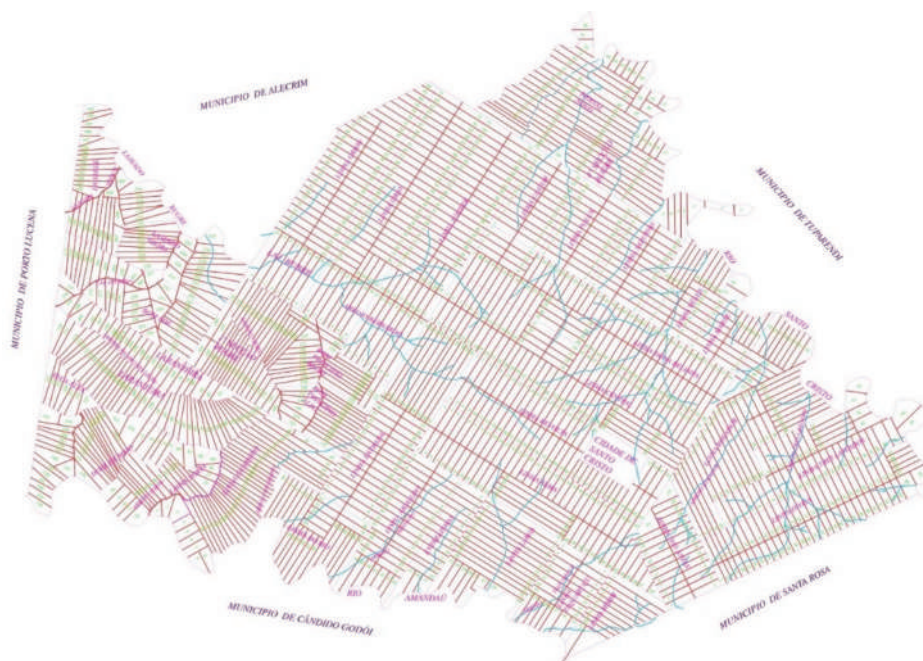
¹³ Silva-Neto; Basso, 2005, 18.

¹⁴ IBGE, 2010.

¹⁵ Bernardes, 1997, 74.

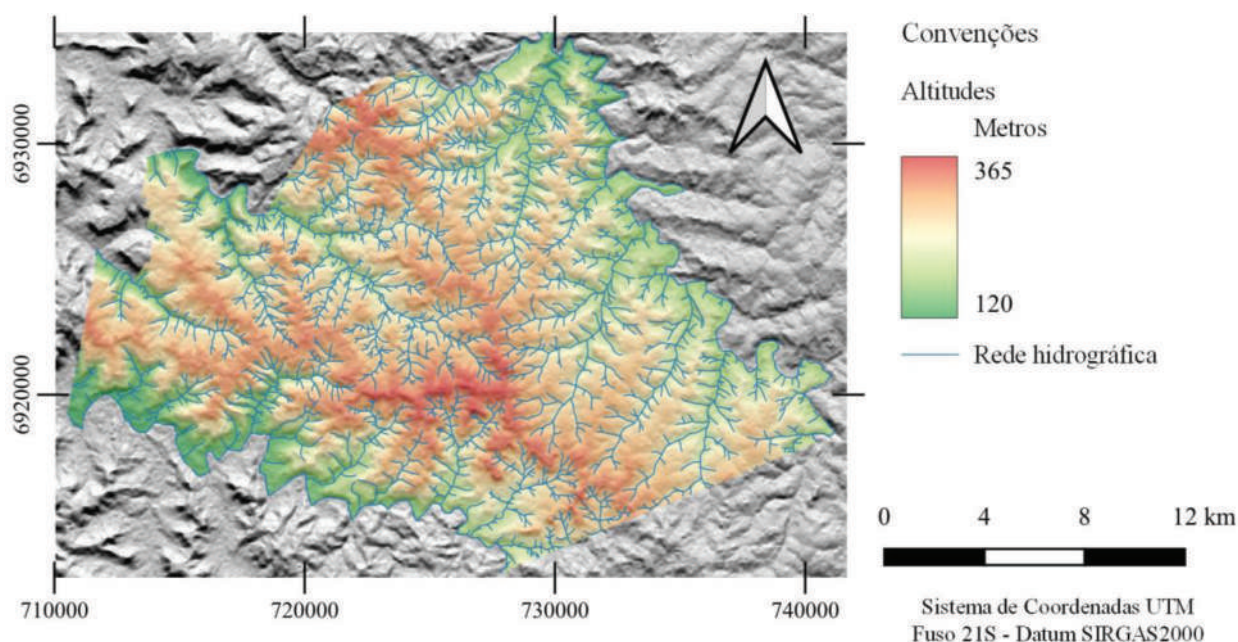
¹⁶ Bernardes, 1997, 74.

Figura 2. Representação da divisão do município de Santo Cristo, RS, em colônias de 25 hectares, para o processo de povoamento



Fonte: arquivo da Prefeitura Municipal de Santo Cristo, RS, Santo Cristo, 2022.

Figura 3. Classes altimétricas e rede hidrográfica do município de Santo Cristo, RS



Fonte: elaborado pelos autores, 2022, a partir de INPE, 2011. SEMA, 2018.

Procedimentos metodológicos

O trabalho foi desenvolvido a partir da estruturação de um banco de dados geoespaciais contendo as camadas descritas na Tabela 1. Os dados organizados permitem, além da definição do PUC para a área de estudo, um

processo de sistematização que auxilia na compreensão da dinâmica da paisagem no tempo, considerando o período selecionado para a análise e futuras estratificações; e no espaço, seja na totalidade do município, seja adotando outra delimitação. A partir dos dados organizados foram gerados os produtos que deram suporte ao

Tabela 1. Dados cartográficos incluídos na base de dados

Dado	Escala / resolução espacial	Ano de referência	Fonte
Limite municipal	1:25.000	2018	SEMA, 2018
Rede hidrográfica	1:25.000	2018	SEMA, 2018
Sistema viário	1:25.000	2018	SEMA, 2018
Áreas edificadas	1:25.000	2018	SEMA, 2018
Modelo Digital de Elevação	30 metros	2000	INPE, 2011
Classes de declividade	30 metros	2000	INPE, 2011
Relevo sombreado	30 metros	2000	INPE, 2011
Geologia	1:250.000	2021	IBGE, 2021a
Pedologia	1:250.000	2021	IBGE, 2021b
Geomorfologia	1:250.000	2021	IBGE, 2021c
Limites das propriedades rurais	~1:25.000	2021	SFB, 2021
Uso e cobertura da terra	30 metros	1985 e 2020	MAPBIOMAS, 2021

Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

objetivo do presente trabalho. Os processamentos dos dados foram executados na plataforma QGIS 3.16.14¹⁷, que é um Sistema de Informações Geográficas (SIG) de código aberto, gratuito, com suporte para inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados.

Considerando que a proposta parte da metodologia desenvolvida por Costa et al.¹⁸ –que trazem a ponderação das variáveis a serem utilizadas no cálculo do PUC– e Costa et al.¹⁹ –que apresentam o detalhamento da aplicação da proposta como alternativa para a definição dos elementos da paisagem no ZAP no estado de Minas Gerais–, cabe aludir que foram utilizados os dados de declividade, de solos e de geologia apresentados na Tabela 1. Para cada grupo de dados foram estabelecidos os respectivos pesos de acordo com a metodologia recomendada pelos autores mencionados.

Os pesos sugeridos pelos autores variam de 1 a 5 para cada um dos grupos de dados, permitindo, assim, estabelecer um processo de ponderação entre eles, ou seja, quanto mais próximo de 1 for o peso, menor é o potencial da variável na constituição do PUC e quanto mais próximo de 5 for o peso, maior é o potencial da variável. Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os detalhamentos das categorias de cada grupo de dados e os valores atribuídos para cada variável.

¹⁷ QGIS.org, 2022.

¹⁸ Costa et al., 2017a.

¹⁹ Costa et al., 2017b; 2017c.

Tabela 2. Pesos atribuídos para as classes de declividade

Intervalo	Relevo	Peso atribuído
0 % a 3 %	Plano	5
3 % a 8 %	Suavemente ondulado	4
8 % a 20 %	Ondulado	3
20 % a 45 %	Fortemente ondulado	2
> 45 %	Montanhoso e escarpado	1

Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

Tabela 3. Pesos atribuídos para as classes de solo

Classe de solo	Peso atribuído
Cambissolos háplicos Ta eutroféricos	3,8
Latossolos vermelhos distroféricos	4,0
Nitossolos vermelhos distroféricos	3,5
Nitossolos vermelhos eutroféricos	5,0

Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

Tabela 4. Pesos atribuídos para as classes litológicas

Classe	Peso atribuído
Basalto	3,1

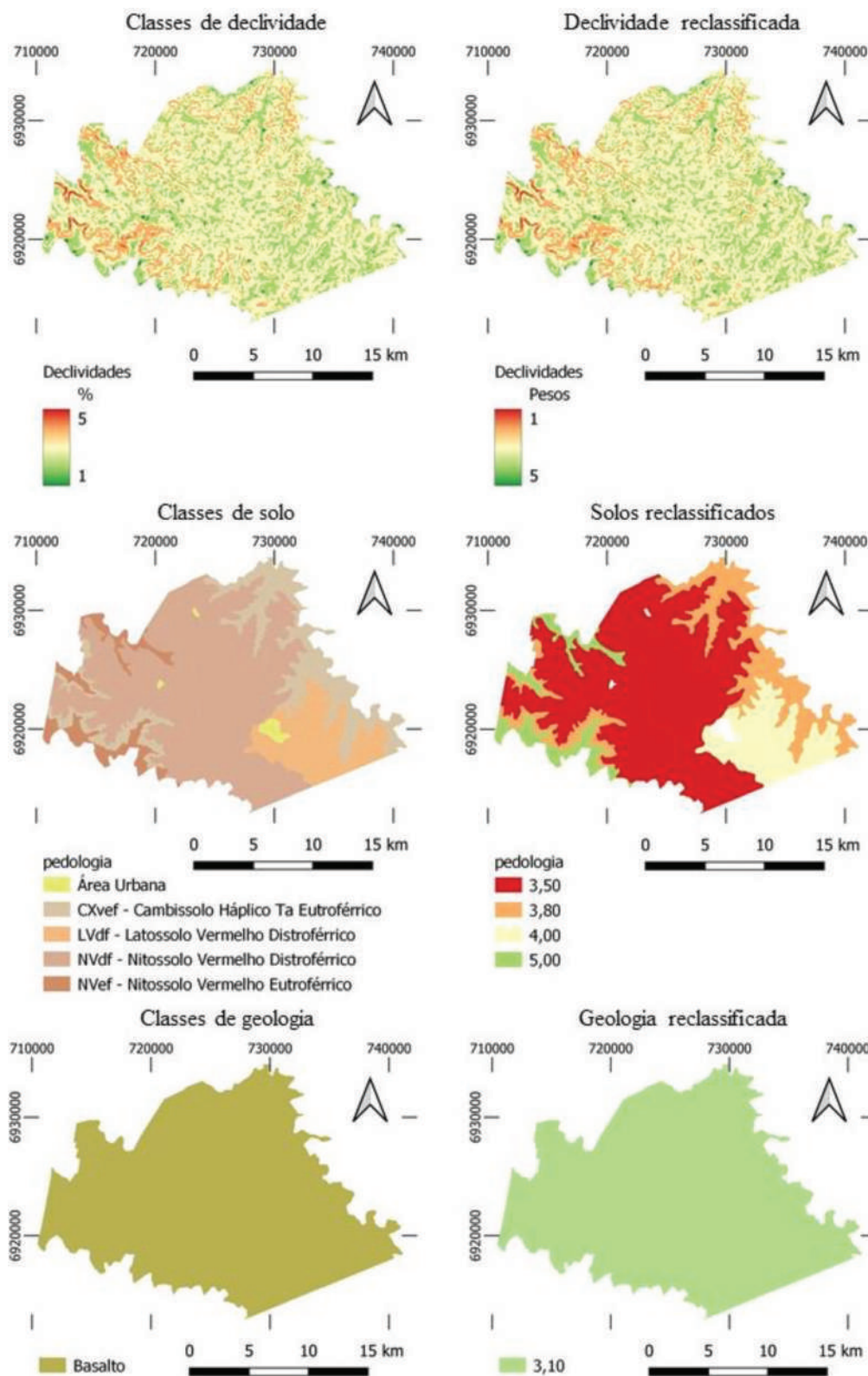
Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

Para a operacionalização da definição do PUC, os pesos foram associados a uma coluna na tabela de atributos dos dados de solos e geologia, os quais foram posteriormente convertidos para o formato raster. Os dados de declividade, que já estavam em formato raster, foram reclassificados para que os valores correspondentes a cada classe fossem compatíveis com os pesos atribuídos. Todos os planos de informação foram exportados na forma de arquivo raster, com resolução espacial de 30 metros. Os mapas da Figura 4 representam os dados utilizados para a definição do PUC.

A definição do PUC ocorreu a partir da aplicação de uma álgebra de mapas utilizando a calculadora raster do QGIS. A aplicação da álgebra requer que sejam estabelecidos pesos de contribuição de cada uma das variáveis. Nesse sentido, torna-se necessária a ponderação das variáveis utilizadas quanto ao seu potencial, com variação de 0 a 1, baseada na Análise Hierárquica de Processos (AHP), bem como a definição do seu Índice de Consistência (IC)²⁰.

²⁰ Costa et al., 2017a.

Figura 4. Dados de declividade, solos e geologia e suas respectivas reclassificações com os pesos atribuídos para a determinação do PUC



Fonte: elaborado pelos autores, 2022, a partir dos dados citados na Tabela 1.

Para cada variação desses elementos analisados foram atribuídas notas conforme suas capacidades de influenciar “nos processos de recarga hídrica, no uso agropecuário e na resistência a processos erosivos”²¹. Dada a subjetividade inerente a comparações qualitativas entre diferentes tipos de solo, litologia e pedologia, foi então empregada a escala de importâncias apresentada por Saaty²², denominada AHP.

Para além das comparações entre os elementos de uma mesma variável (ordem do solo, litologia, declividades), a AHP também requer a definição da contribuição de cada variável, de modo que a partir da construção de uma matriz de prioridades, com comparações par-a-par, é calculado o peso de cada uma para o fenômeno estudado. Com isso, é possível traduzir um processo de análise qualitativa através de termos numéricos e matemáticos.

Por se considerar que a metodologia já está consolidada e os estudos derivados dela²³ demonstram que as ponderações seguem um determinado padrão, optou-se em aplicar os índices de ponderação adotados por Silva²⁴, que possuem um mínimo ajuste se comparados aos da proposta original. A aplicação da álgebra com os valores da ponderação foi executada a partir da aplicação da Equação 1.

$$PUC = \Sigma (Si * P + Gi * P + Di * P) \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo: PUC = Potencial de Uso Conservacionista; Si = Solo da classe “i”; Gi = Litologia da classe “i”; Di = Declividade da classe “i”; P = prioridade composta da variável: $P_{\text{solos}} = 0,360$, $P_{\text{litologia}} = 0,128$ e $P_{\text{declividade}} = 0,512$.

Como último procedimento, o resultado obtido através da álgebra de mapas com a aplicação da Equação 1 foi submetido a um fatiamento para a definição das classes de PUC, quais sejam: Muito Baixo, até 1,80; Baixo, de 1,80 a 2,60; Médio, de 2,60 a 3,40; Alto, de 3,40 a 4,20; e Muito Alto, maior que 4,20. Esse agrupamento de dados foi executado em virtude de as diferentes combinações de notas entre os planos de informação resultarem em diversos valores numéricos, que demandariam a utilização de uma ampla rampa de cores. Devido a isso, tais valores foram agrupados em cinco intervalos com amplitude de 0,80 unidades, tendo 1 e 5 como limites, metodologia também aplicada por Gass et al²⁵.

De forma a contribuir com a discussão referente aos sistemas agrários da área selecionada para o estudo, foram utilizados os dados de uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2020, oriundos do projeto MapBiomias²⁶. Da mesma forma, os dados dos limites das propriedades rurais cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR)²⁷ foram organizados para auxiliar na análise proposta. As unidades geomorfológicas²⁸ foram igualmente associadas à discussão dos resultados, por conterem elementos na estrutura de suas paisagens que contribuem com a forma pela qual ocorre o avanço do uso e cobertura da terra no município.

Resultados e discussão

A partir da aplicação da metodologia de definição do PUC foi possível determinar um zoneamento para o município de Santo Cristo, RS, considerando cinco classes de potencialidade, quais sejam: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. O mapa da Figura 5 representa o resultado da aplicação da álgebra entre os mapas de declividade, solos e geologia, com uma variação de 2,17 a 4,76, num intervalo de 1 a 5. Na Tabela 5, são apresentados os dados de área para cada classe do zoneamento.

O resultado da aplicação da determinação do PUC, considerando que a declividade possuiu um elevado peso, contribuindo com mais de 50 %, associado ao fato de que os dados de solos e geologia disponíveis são bastante genéricos (em escala 1:250.000), faz com que as classes tenham grande similaridade com os próprios dados de declividade. As formas do relevo, baseadas nos processos de dissecação vinculados ao rio Uruguai, apresentam declividade variável, a qual também determina as diferenciações de solo (cambissolos, latossolos e nitossolos) e seu potencial de uso.

A classe de PUC baixo (de 1,80 a 2,40), exemplificada pela Figura 6C, foi detectada em manifestações esporádicas, com ocorrências pouco expressivas. A isso se atribui a ocorrência de áreas com declividades acentuadas, combinadas com a presença de Cambissolos Háplicos Eutroféricos, ambos com menores notas atribuídas em seu conjunto de análise. Apesar da escala abranger PUC muito baixo, feições pertencentes a essa classe não foram detectadas, o que pode ser associado à ausência de declividades extremas e presença de solos de média ou

²¹ Costa et al., 2017a, p. 120.

²² Saaty, 1977.

²³ Costa et al., 2019a; 2019b. Gass et al., 2019. Aquino et al., 2020. Silva, 2022.

²⁴ Silva, 2022.

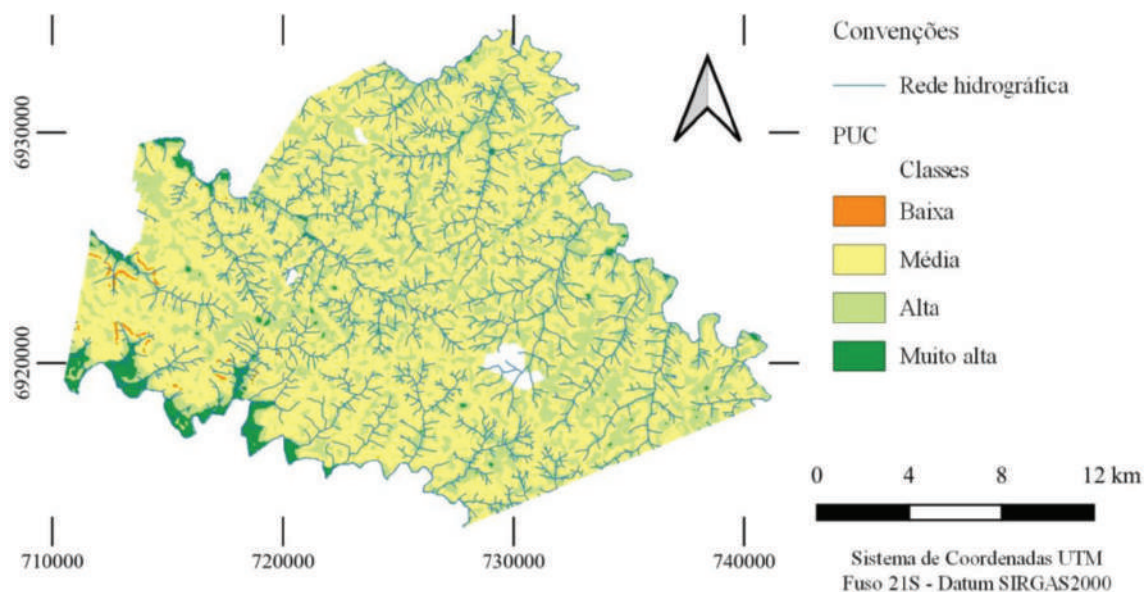
²⁵ Gass et al., 2019.

²⁶ MapBiomias, 2021.

²⁷ SFB, 2021.

²⁸ IBGE, 2021c.

Figura 5. Classes do Potencial de Uso Conservacionista para o município de Santo Cristo, RS



Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

Tabela 5. Dados de área para as classes de PUC do município de Santo Cristo, RS

Zoneamento do PUC		Área	
Classe de potencialidade	Intervalo	Hectares	%
Muito baixa	Até 1,80	0,00	0,00
Baixa	1,80 – 2,60	111,96	0,31
Média	2,60 – 3,40	25.111,60	69,21
Alta	3,40 – 4,20	10.051,70	27,70
Muito alta	Acima de 4,20	1.009,98	2,78
Total (1)		36.285,24	100,00

(1) Para o cálculo de área foram descontadas as áreas edificadas ou urbanizadas.

Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

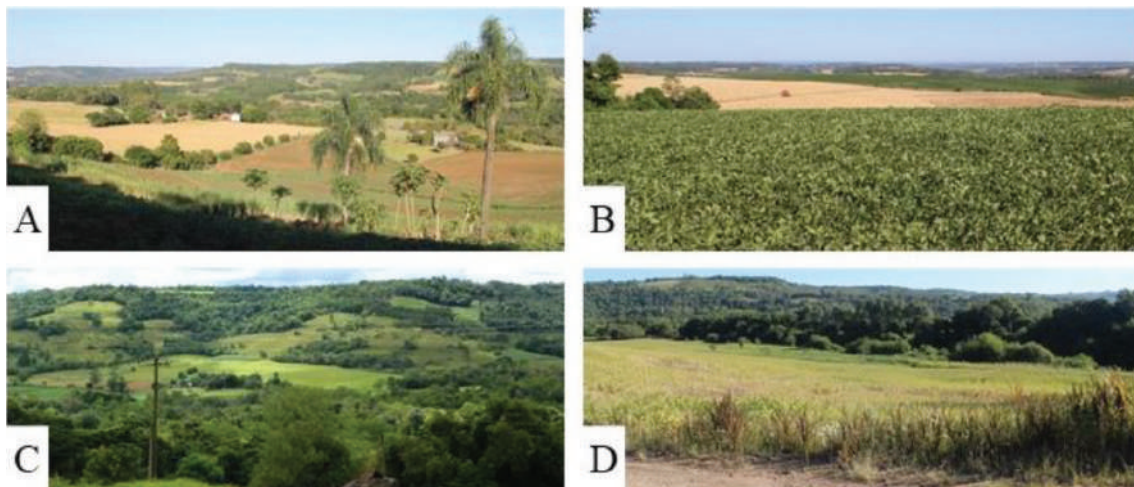
alta fertilidade. O PUC apresentou um resultado que demonstra que 69,21% da área possui um potencial médio, com boa distribuição nas áreas de Nitossolo Vermelho Distroférico. Contudo, sua distribuição é bastante homogênea em todo o território analisado, sendo sua fisionomia representada pelas Figuras 6B. A distribuição espacial do PUC médio, predominante, porém intercalada com outras classes, acompanha a alternância entre declividades presentes no terreno. Ao mesmo tempo, tem-se uma grande área de Nitossolos Vermelhos Distroféricos na região. Assim, é possível observar que, se por um lado há uma classe de solo e uma litologia homogêneas na área de estudo, por outro lado existe uma alternância de declividades que é capaz de modular o PUC resultante.

As áreas de ocorrência de PUC alto (Figuras 6A, 6B) estão associadas, geralmente, aos divisores de água. Quando sua distribuição é comparada às classes de solos, percebe-se uma presença mais significativa dos Latossolos Vermelhos Distroféricos e dos Nitossolos Vermelhos Distroféricos. À medida em que essa última classe vai recebendo influência de elementos geomorfológicos de maior dissecação, em direção oeste, ao se aproximar dos Cambissolos e dos Nitossolos Vermelhos Eutroféricos, ocorre uma transição do PUC de alto para médio. Essa característica é notável na comparação entre as classes de solos (Figura 4) e as unidades geomorfológicas (Figura 7A).

Por sua vez, a classe de PUC muito alto (Figura 6D), que perfaz 2,78 % do total da área, está associada às planícies de inundação nas quais ocorrem os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos, que as torna propícias para o cultivo, considerando sua fertilidade e a estrutura do seu relevo. Há que se mencionar que, no caso dessas áreas, ocorrem conflitos legais, conforme parâmetros da legislação federal²⁹ que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, entre o potencial de uso e a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo necessária sua preservação, para garantir o fluxo gênico e evitar processos de assoreamento. Assim, os

²⁹ Brasil, 2012.

Figura 6. Fotografias representativas das classes de PUC identificadas



Fonte: fotografias de Sidnei Luís Bohn Gass.

Figura 6A: em primeiro plano, áreas com PUC médio e em último plano, encosta com PUC baixo. Figura 6B: em primeiro plano, áreas com PUC alto e em último plano, áreas com PUC médio. Figura 6C: encostas com PUC baixo. Figura 6D: em primeiro plano, antes da mata ciliar, áreas com PUC alto.

resultados apresentados podem auxiliar na discussão sobre a influência que o uso e a cobertura da terra exercem sobre a vulnerabilidade dos aquíferos da região, como demonstrado em estudo realizado por Trujillo et al.³⁰, em Cuba, além de servirem como base inicial para a compreensão e discussão dos serviços ecossistêmicos que ocorrem nessas áreas, nos moldes apresentados por Cardozo, Diniz e Szlafsztein³¹.

Cabe destacar que a distribuição da determinação do PUC no território selecionado possui uma forte marca das unidades geomorfológicas, que são um importante elemento no processo de análise da paisagem. As três unidades representadas na Figura 7A auxiliam também na compreensão de que algumas classes de PUC se associam às linhas de contato, como é o caso do PUC baixo, que pode ser observado entre o Planalto da Campanha –localizado nas proximidades dos rios, portanto, em áreas mais baixas– e o Planalto das Missões –situado nas áreas mais elevadas, onde ocorrem os principais divisores de água–.

A ocupação por povoamento do município em questão marcou fortemente sua paisagem. Analisando o mapa da Figura 7B, na qual estão representados os limites das propriedades rurais cadastradas no CAR, estratificadas por grupos de área de acordo com os módulos fiscais, observa-se que há apenas três propriedades com mais de 100 hectares, enquanto as demais apresentam homogeneidade quanto a sua extensão.

Esse é um legítimo exemplo de que, como dito por Santos³², a “paisagem é o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza”.

Com relação às mudanças de uso e cobertura da terra observáveis nos mapeamentos dos anos de 1985 e 2020 –representados pelos mapas das Figuras 7C e 7D– verifica-se que tais variações são mais marcantes nas áreas em que ocorre um PUC de alto a muito alto, com transição de Cambissolos e Nitossolos. As classes de uso e cobertura da terra mais representativas são a soja, como commodities principal; pastagens; formações campestres e mosaico entre agricultura e pastagem, que representam o aumento do rebanho bovino, em especial, para a produção leiteira.

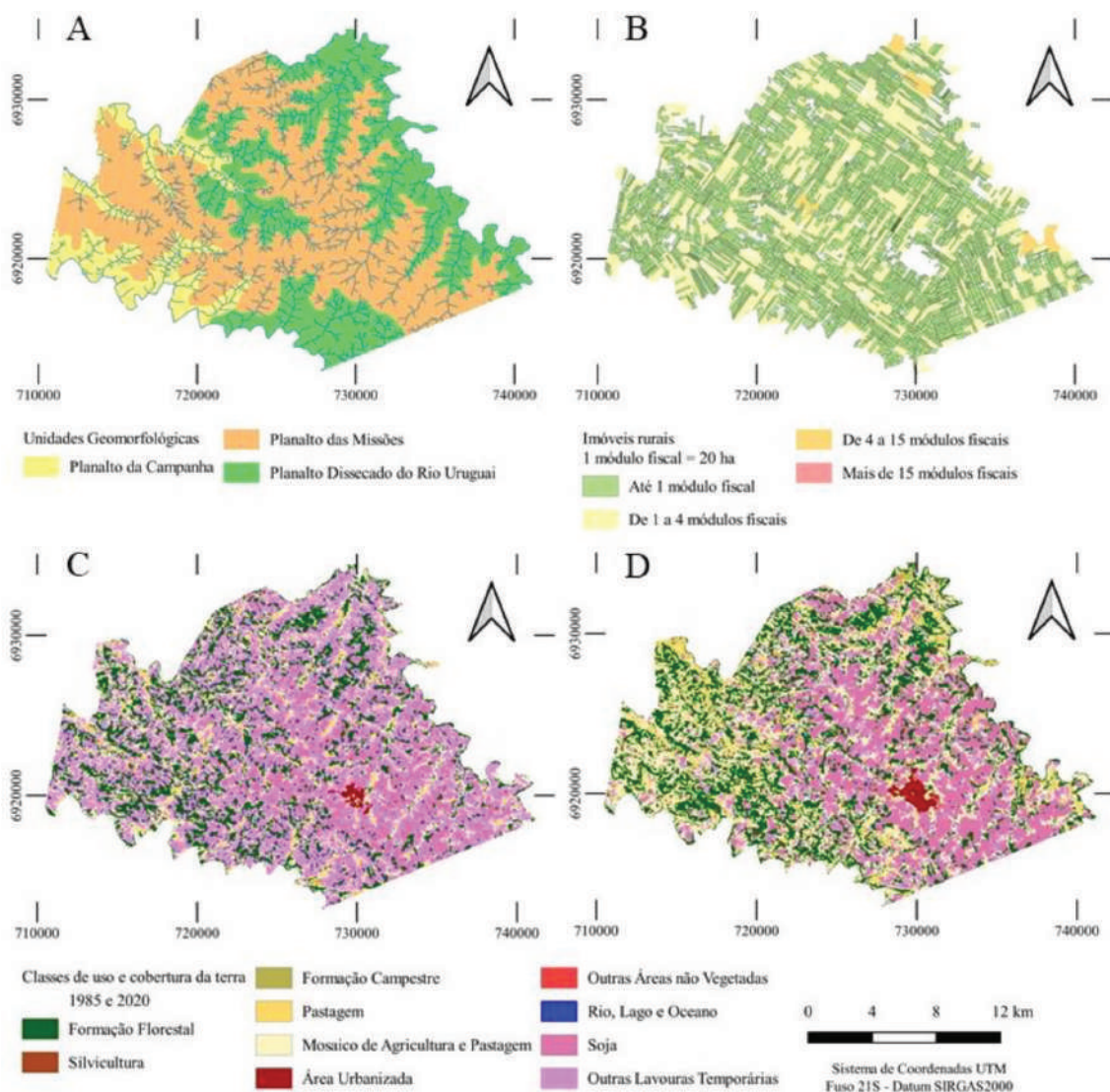
A partir desses dados, é possível verificar o direcionamento das atividades produtivas em função dos recursos naturais existentes, em especial dos solos, das declividades e da disponibilidade de água. Também é notória a alteração de usos da terra entre 1985 e 2020. Se, por um lado há uma predominância de soja e de lavouras temporárias em 1985, por outro lado ocorre um aumento expressivo das áreas de pastagem mapeadas em 2020. Apesar de não ser possível tecer elementos causais do fenômeno apenas pela observação desses dois instantes, se torna evidente a transformação nos meios de produção, que passam a englobar com o tempo

³⁰ Trujillo et al., 2023.

³¹ Cardozo, Diniz e Szlafsztein, 2023.

³² Santos, 2012, 103.

Figura 7A: unidades geomorfológicas; 7B: estrutura fundiária; 7C: uso e cobertura da terra para o ano de 1985; 7D: uso e cobertura da terra para o ano de 2020



Fonte: elaborado pelos autores, 2022, a partir de IBGE, 2021c. SFB, 2021. MapBiomias, 2021.

a utilização da terra para finalidades que vão além das lavouras tradicionais da região.

A obtenção de produtos cartográficos da área de estudo permite que sejam estabelecidas relações entre as alterações no uso e na cobertura da terra e os diferentes PUCs. Assim, é possível, em princípio, identificar quais são os PUCs em que tais mudanças ocorreram. Para além disso, com base nos padrões conhecidos, estabelece-se um suporte de informações para o direcionamento de novas iniciativas de produção.

Em tempo, faz-se oportuno ressaltar que o PUC encerra o termo “conservacionista” em sua composição. Assim, merece destaque que esse potencial não apenas indique áreas nas quais se tem bons resultados ou não em atividades agropecuárias, mas também que tais

atividades podem ser praticadas de forma harmônica, ou seja, que não ponham em risco a conservação dos recursos naturais. Ora, se há utilização responsável dos recursos naturais, estabelecer-se-á, muito provavelmente, benéfico equilíbrio da paisagem do município.

As representações da paisagem presente e pretérita possibilitam compreender a dinâmica do território, associando à paisagem o processo de apropriação e a compreensão das relações sociais que ocorrem, sendo o PUC, em associação a outros dados, um importante instrumento para tais análises. Nesse contexto, a aproximação com as instituições de ensino, em especial com os professores de Geografia e História, tem papel fundamental no sentido de trazer presente as vivências dos alunos e de suas famílias no contexto da compreensão

do PUC e da dinâmica da paisagem do município. As observações feitas e relatadas pelos avós, em comparação àquelas feitas pelas crianças e jovens, servem para identificar mudanças nas dinâmicas hidrográficas, em função da redução ou manutenção das matas ciliares; os processos erosivos podem ser melhor caracterizados e compreendidos pela análise das alterações no manejo do solo, entre outras possibilidades que permitirão trazer maior criticidade aos cidadãos.

Considerações finais

A realização desse estudo possibilitou a caracterização e a análise da paisagem rural do município de Santo Cristo, RS, a partir da elaboração de uma proposta de metodologia que pode servir de base para a pesquisa de sistemas agrários e para a gestão territorial com o uso de técnicas de SIG. Foram identificadas áreas de PUC Baixo a Muito Alto, sendo o PUC Médio fortemente predominante (69,21 % da área de estudo), seguido por áreas com PUC Alto (27,70 %), Muito Alto (2,78 %) e Baixo (0,31 %). Nesse cenário, é compreensível que a paisagem seja o resultado da combinação de elementos da sociedade e da natureza, que se relacionam e se transformam ao longo do tempo. Possibilita, portanto, observar se as modificações no uso e na cobertura da terra ocorrem nas áreas com PUC adequado, bem como a identificação de áreas mais compatíveis para essas mudanças.

Referências

- Aquino, José Nunes de; Salis, Hugo Henrique Cardoso de; Gameiro, Samuel; Oliveira, Marco Antônio de; Rodigueri, Grazieli; Mendes, Alan Pereira da Silva Falcão; Sfredo, Giuliana Andréia. 2020: "Zoneamento do potencial de uso conservacionista na bacia hidrográfica do rio dos Sinos-RS". *Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ*, 43(3), 292-302. https://doi.org/10.11137/2020_3_292_302
- Bernardes, Nilo. 1997: *Bases geográficas do povoamento do estado do Rio Grande do Sul*. Ijuí (Brasil), Unijuí.
- Brasil. 2012: *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- Callai, Helena Copetti; Zarth, Paulo Afonso. 1997: *O estudo do município e o ensino de história e geografia*. Ijuí (Brasil), Unijuí.
- Cardozo, Mônica Lizeth; Diniz, Marcelo Bentes; Szlafsztajn, Claudio Fabian. 2023: "Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica como Bens Públicos Globais". *Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT/WAL)*, (21), 103-119. <https://doi.org/10.17561/at.21.5609>
- Costa, Adriana Monteiro da; Viana, João Herbert Moreira; Evangelista, Laís Pinheiro; Carvalho, Dayane Caroline de; Pedras, Klinsmann Cortezzi; Horta, Ivana de Marco; Salis, Hugo Henrique de Cardoso; Pereira, Max Paulo Rocha; Sampaio, Jarbas Lima dias. 2017a: "Ponderação de variáveis ambientais para a determinação do Potencial de Uso Conservacionista para o Estado de Minas Gerais". *Geografias*, 14(1), 118-133. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13439>
- Costa, Adriana Monteiro da; Horta, Ivana de Marco Fonseca; Salis, Hugo Henrique Salis; Viana, João Herbert Moreira; Carvalho, Dayane Caroline Freiras. 2017b: "Zoneamento do potencial de uso conservacionista como alternativa às unidades de paisagem para a confecção do ZAP", em Di Mauro, Cláudio Antônio; Mageste, José Geraldo; Lemes, Ernane Miranda (Org.), *VI Workshop Internacional sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas*. Uberlândia (Brasil), UFU, 650-657.
- Costa, Adriana Monteiro da; Salis, Hugo Henrique Cardoso; Viana, João Herbert Moreira; Aquino, José Nunes de; Rocha, Max Paulo Pereira. 2017c: "Zoneamento ambiental e produtivo: uso da modelagem para a identificação de potencialidades e limitações no uso do solo". *Informe Agropecuário*, 38(300), 81-91.
- Costa, Adriana Moreira da; Silva, Luiz Henrique da; Silva, Victor Cordeiro da; Moura, Maise Soares de; Mota, Paula Karen; Araújo, Bárbara Janine Reis Silva. 2019a: "Potencial de Uso Conservacionista (PUC) e uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do córrego Guavirá, PR". *Revista Perspectiva Geográfica*, 14(20), 107-122 <https://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica/article/view/24034>
- Costa, Adriana Monteiro da; Salis, Hugo Henrique Cardoso; Araújo, Bárbara Janine Reis Silva; Moura, Maise Soares de; Silva, Victor Cordeiro da; Oliveira, Amanda Ribeiro de; Pereira, Max Paulo Rocha; Viana, João Herbert Moreira. 2019b: "Potencial de uso conservacionista em bacias hidrográficas: estudo de caso para a bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte-MG". *Revista Geografias*, 27(2), 127-147. <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2019.19891>
- FEAM-MG. 2020: *Metodologia do zoneamento ambiental e produtivo de sub-bacias hidrográficas*. Belo Horizonte (Brasil), Fundação Estadual do Meio Ambiente. http://www.feam.br/images/stories/2021/AVALIACAO_AMBIENTAL/Metodologia_ZAP_3ed.pdf
- Gass, Sidnei Luís Bohn; Silva, Dieison Morozoli da; Arruda, Sidney Ferreira. 2022: "A representação da paisagem como instrumento de gestão municipal: uma proposta". *Revista Estudos Geográficos*, 20(2), 115-116. <https://doi.org/10.5016/estgeo.v20i2.17091>

- Gass, Sidnei Luís Bohn; Vanacor, Paula Lima; Aquino, José Nunes de; Mega, Caciene Peinhopf; Amorim, Ludimila de Oliveira de; Tavares, Paula Rodrigues; Macandza, Manuel Madeira; Pinto, Fernando Pires.** 2019: "Zoneamento do potencial de uso agropecuário na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul", em Pinheiro, Lidriana de Souza; Gorayeb, Adriana (Org.), *Geografia física e as mudanças globais*. Fortaleza (Brasil), Editora UFC, 1-12.
- IBGE.** 2010: *Censo Demográfico de 2010*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>.
- IBGE.** 2021a: *Mapeamento de recursos naturais do Brasil em escala 1:250.000: geologia*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE. https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/versao_2021/
- IBGE.** 2021b: *Mapeamento de recursos naturais do Brasil em escala 1:250.000: pedologia*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE. https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2021/
- IBGE.** 2021c: *Mapeamento de recursos naturais do Brasil em escala 1:250.000: geomorfologia*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE. https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/vetores/escala_250_mil/versao_2021/
- INPE.** 2011: *TOPODATA: Bancos de dados geomorfológicos do Brasil*. <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>
- MapBiomias.** 2021: *Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil*. <https://mapbiomas.org/>
- Mazoyer, Marcel; Roudart, Laurence.** 1997: *Histoire des Agriculures du Monde: du néolithique à la crise contemporaine*. Paris (França), Éditions du Seuil.
- QGIS.org.** 2022: *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Saaty, Thomas Lorie.** 1977: "A scaling method for priorities in hierarchical structures". *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Santo Cristo.** 2022: *Divisão colonial do município de Santo Cristo, RS*. Prefeitura Municipal de Santo Cristo (Brasil). Mapa.
- Santos, Milton.** 2012: *A natureza do espaço*. São Paulo (Brasil), Editora da USP.
- SEMA.** 2018: *Base cartográfica do estado do Rio Grande do Sul, escala 1:25.000 – BCRS25*. Porto Alegre (Brasil), SEMA, FE-PAM. <http://www2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/>
- SFB.** 2021: *Cadastro Ambiental Rural*. Brasília (Brasil), Serviço Florestal Brasileiro. <https://www.car.gov.br>
- Silva, Dieison Morozoli da.** 2022: *Análise do Potencial de Uso Agropecuário nos municípios de Manoel Viana e São Francisco de Assis, RS, e sua relação com o uso e cobertura da terra e a estrutura fundiária*. Monografia–Especialização em Desenvolvimento Regional e Territorial, Universidade Federal do Pampa, Itaquí (Brasil).
- Silva-Neto, Benedito; Basso, David (Orgs.).** 2005: *Sistemas agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações de políticas*. Ijuí (Brasil), Unijuí.
- Trujillo, Mayelin González; Tejera, Rogelio García; Silveira, María Teresa Duran; Cádiz, Celia Rosa Grau.** 2023: "O impacto do uso do solo na vulnerabilidade de um aquífero na bacia hidrográfica de San Juan, Cuba". *Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT/WAL)*, (21), 21-35. <https://doi.org/10.17561/at.21.6263>
- Verdum, Roberto; Fontoura, Luíz Fernando Mazzini.** 2009: *Temáticas rurais: do local ao regional*. Porto Alegre (Brasil), Editora da UFRGS. <http://hdl.handle.net/10183/52805>



Mapping riverside communities in Tefé – Amazonas – Brazil

Mapeo de comunidades ribereñas en Tefé - Amazonas – Brasil

Silvia Elena Ventorini

Universidade Federal de São João del-Rei
São João del-Rei – Brazil
sventorini@ufsj.edu.br

 ORCID: 0000-0003-3783-3164

Ana Luísa Teixeira

Universidade Federal de São João del-Rei
São João del-Rei – Brazil
analuteix3@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-4381-9345

Francisco Davy Braz Rabelo

Universidade do Estado do Amazonas
Tefé – Amazonas – Brazil
frabelo@uea.edu.br

 ORCID: 0000-0003-4326-0729

Évelyn Márcia Pôssa

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
Tefé – Amazonas – Brazil
evelynpossa@yahoo.com

 ORCID: 0000-0003-2617-9136


Múcio do Amaral Figueiredo

Universidade Federal de São João del-Rei
São João del-Rei – Minas Gerais – Brazil
muciofigueiredo@ufsj.edu.br

 ORCID: 0000-0003-2682-2021

Leonardo Cristian Rocha

Universidade Federal de São João del-Rei
São João del-Rei – Brazil
rochageo@ufsj.edu.br

 ORCID: 0000-0003-0948-0728

Jean Euzebio Lima Oliveira

Universidade Federal de São João del-Rei
São João del-Rei – Brazil
jeaneuzebiolimat@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-0117-2758

Rafael Quetz

Universidade Federal de São João del-Rei
São João del-Rei – Minas Gerais – Brazil
rafaelquetz2021@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-6648-6432

Paula dos Santos Silva

Universidade do Estado do Amazonas
Tefé – Amazonas – Brazil
pauladossantossilva2018@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-3545-2843

Información del artículo

Recibido: 01/07/2022

Revisado: 12/06/2023

Aceptado: 22/06/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7283

ABSTRACT

In the scientific literature, geospatial data on riverside communities located in Tarará Island, in the municipality of Tefé, State of Amazonas, Brazil, are scarce. The unevenness of mapping and updating information about these communities makes them invisible on official maps and generates uncertainty about their toponyms. This article presents the mapping and toponyms of these riverside communities. The methodology foundations comprise Crowdsourcing and Voluntary Geographic Information (VGI). The procedures were research, collection and analysis of cartographic data on toponyms, mapped through the OpenStreetMap Platform, and data collection in the field. The results indicate that the communities are no longer invisible in several free databases in Brazil and that, despite the discrepancies between the toponyms data in several documents, allowed the names of the 14 riverside communities located in the island to be validated.

KEYWORDS: IGV, Crowdsourcing, OpenStreetMap, Toponyms.

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

En la literatura científica hay pocos datos geoespaciales sobre las comunidades ribereñas situadas en la isla de Tarará, en el municipio de Tefé, Estado de Amazonas, Brasil. La precariedad de la cartografía y la actualización de la información sobre estas comunidades las hace invisibles en los mapas oficiales y genera incertidumbres sobre sus topónimos. En este artículo, presentamos la cartografía y los topónimos de estas comunidades ribereñas. Los fundamentos metodológicos fueron el crowdsourcing y la información geográfica voluntaria (VGI). Los procedimientos fueron la investigación, la adquisición y el análisis de datos cartográficos y toponímicos, la cartografía a través de la plataforma OpenStreetMap y la recogida de datos sobre el terreno. Los resultados indican que las comunidades ya no son invisibles en varias bases de datos libres de Brasil y que, a pesar de las discrepancias entre los datos de los topónimos en varios documentos, fue posible validar los nombres de las 14 comunidades ribereñas ubicadas en la Isla.

PALABRAS CLAVE: IGV, Crowdsourcing, OpenStreetMap, Topónimos.

Mapeamento de comunidades ribeirinhas em Tefé – Amazonas –Brasil

RESUMO

Na literatura científica há poucos dados geoespaciais sobre as comunidades ribeirinhas localizadas na Ilha Tarará, no município de Tefé, Estado do Amazonas, Brasil. A precariedade de mapeamento e de atualização de informações sobre estas comunidades as torna invisíveis nos mapas oficiais e geram incertezas sobre seus topônimos. Neste artigo, apresenta-se o mapeamento e os topônimos das referidas comunidades ribeirinhas. Os fundamentos metodológicos foram do Crowdsourcing e da Informação Geográfica Voluntária (IGV). Os procedimentos foram pesquisa, aquisição e análise de dados cartográficos e sobre os topônimos, mapeamento por meio da Plataforma OpenStreetMap e coleta de dados em campo. Os resultados indicam que as comunidades não são mais invisíveis em diversos bancos de dados gratuitos no Brasil e que, apesar das discrepâncias entre os dados dos topônimos em diversos documentos, foi possível validar os nomes das 14 comunidades ribeirinhas localizadas na Ilha.

PALAVRAS CHAVE: IGV, Crowdsourcing, OpenStreetMap, Topônimos.

Cartographie des communautés riveraines de la Rivière Tefé - Amazonas - Brésil

RÉSUMÉ

Dans la littérature scientifique, il existe peu de données géospatiales sur les communautés riveraines situées sur l'île de Tarará, dans la municipalité de Tefé, État d'Amazonas, Brésil. La précarité de la cartographie et de la mise à jour des informations sur ces communautés les rend invisibles sur les cartes officielles et génère des incertitudes quant à leur toponymie. Dans cet article, nous présentons la cartographie et les toponymes de ces communautés riveraines. Les fondements méthodologiques étaient le crowdsourcing et l'information géographique volontaire (VGI). Les procédures ont consisté en la recherche, l'acquisition et l'analyse de données cartographiques et de toponymes, la cartographie via la plateforme OpenStreetMap et la collecte de données sur le terrain. Les résultats indiquent que les communautés ne sont plus invisibles dans plusieurs bases de données gratuites au Brésil et que, malgré les divergences entre les données des toponymes dans plusieurs documents, il a été possible de valider les noms des 14 communautés riveraines situées sur l'île.

MOTS-CLÉ: IGV, Crowdsourcing, OpenStreetMap, Toponymes.

Mappatura delle comunità fluviali in Tefé - Amazzonia – Brasile

ASTRATTO

Nella letteratura scientifica ci sono pochi dati geospaziali sulle comunità fluviali situate sull'isola di Tarará, nel comune di Tefé, Stato di Amazonas, Brasile. La precarietà della mappatura e dell'aggiornamento delle informazioni su queste comunità le rende invisibili sulle mappe ufficiali e genera incertezze sui loro toponimi. In questo articolo presentiamo la mappatura e i toponimi di queste comunità fluviali. Le basi metodologiche sono state il crowdsourcing e l'informazione geografica volontaria (VGI). Le procedure sono state la ricerca, l'acquisizione e l'analisi dei dati cartografici e dei toponimi, la mappatura attraverso la piattaforma OpenStreetMap e la raccolta dei dati sul campo. I risultati indicano che le comunità non sono più invisibili in diversi database gratuiti in Brasile e che, nonostante le discrepanze tra i dati dei toponimi in diversi documenti, è stato possibile convalidare i nomi delle 14 comunità fluviali situate sull'Isola.

PAROLE CHIAVE: IGV, Crowdsourcing, OpenStreetMap, Toponimi.

Introduction

The Amazon Biome occupies an area of 4,196,943 km², drained by vast river basins, covered by the largest tropical forest in the world. This entire landscape harbors a high biological diversity and is the realm of a rich ethnic-cultural variety, resulting from processes of colonization and miscegenation¹.

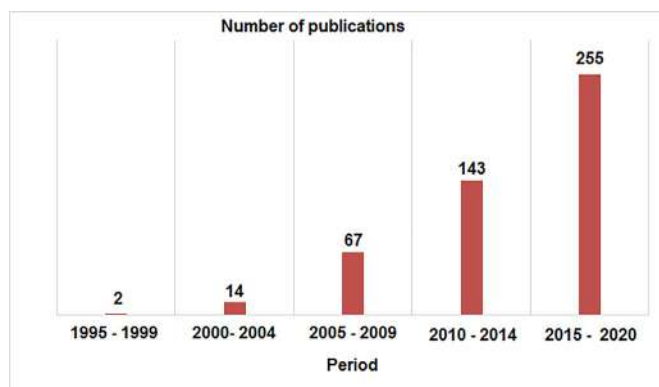
Amongst the social groups that constitute the Amazon sites, riverside communities are worth mentioning: populations descended from indigenous peoples, Brazilian northeasterners, and other migrants, whose territoriality and ways of life are conditioned to the hydrological regime of rivers and lakes. Their symbolic, cultural, and social relationships with these natural elements are strong.

These populations survive from fishing, hunting, family farming, plant extractivism, handicraft production and subsidies from Federal Government social programs. Such populations lack basic services and consumer goods (e.g., sanitation, education, electricity, etc.), which are often focused in urban areas. Access to these areas is made by waterways, in displacements with risks that are typical of the region and that can last from a few minutes until days of navigation², which is done in poor small boats.

Every scenario mentioned above implies severe inequalities and other social discrepancies among the riverside people. To make matters worse, there is a cartographic blackout of these communities: Figure 1 illustrates a virtual search Google Scholar in the five-year period from 1995 to 2020, containing the words *cartografia* (cartography), *mapeamento* (mapping), *ribeirinho* (riverside person) and *comunidade* (community). It is possible evidence of the absence of initiatives to map riverside spaces recorded in the literature. Only after the five-year period from 2005 to 2010, there was an increase in the number of publications, which is the same period of expansion of Earth observation missions, whose products follow an open data policy.

The cartographic invisibility of the riverside people can be understood from the perspective of socio-spatial and economic marginalization, both of which neglect them within the framework of society. In order to understand the context of this discussion, which is beyond the scope of this study, Fernandes and Moser³ present

Figure 1. Number of studies in Portuguese indexed in Google Scholar, from 1995 to 2020, containing the fourwords: *cartografia*, *mapeamento*, *ribeirinho* and *comunidade*



Source: own elaboration.

a critical theoretical essay on the socio-historical formation of the Amazon, highlighting the (non) place occupied by riverside communities and the placement of the Amazon region in the globalized world.

From the technical perspective of mapping, there are several factors that contribute to cartographic invisibility. The riverside populations present a wide demographic distribution across the enormous Amazonian surface. This creates a methodological challenge, since it is a phenomenon of regional distribution, with cartographic visibility at the local scale (scale up to 1:25,000)⁴.

These are satellite images that support thematic surveys and inventories of earth surface phenomena. Despite the growing amount of free satellite images of the Amazon region, the resolution of many of these pictures does not allow the location and outlining⁵ of many of the communities. This happens because riverside buildings have an average of 70 m², which requires the use of data with spatial resolutions smaller than 10 m. However, the free images available have spatial resolutions equal to or greater than 10 m.

The unaffordable costs of high spatial resolution images per unit of pictured area contribute to constrain the mapping of communities due to the size of the Amazon territory and the number of images needed to cover its entire area⁶. Furthermore, the riverside buildings follow an isolated spatial arrangement amidst the monotony of the forested landscape, making the detection process by photo interpretation or automatic pattern recognition quite difficult.

¹ Fernandes & Moser, 2021.

² Gama et al. 2018.

³ Fernandes & Moser, 2021.

⁴ IBGE, 1999.

⁵ Here, "detection" is understood as indicating an occurrence and "delineation" as extracting the contour.

⁶ Mascarello et al., 2018.

This scenario helps to explain the fact that the spatial distribution of these communities throughout the Amazon territory is still unknown, invisible not only in cartographic products, but also in public policies that should assist these populations. In short, information on the location (x, y) of riverside communities and their correct toponymy⁷ can be useful to:

- Territorial planning considering local actors;
- The elaboration of public policies that are more connected to the real needs of the populations;
- Management and provision of public services (health, education, etc.);
- Territorial symbolic appropriation for the construction of identity and geographic memory;
- As a tool for territorial legitimation by invisible populations, among others.

The OpenStreetMap (OSM) platform appears as promising for the mapping of riverside communities, since it offers a wide territorial coverage of high-resolution images, allowing visibility on a local cartographic scale to regional geographic phenomena. The platform is constantly updated and voluntarily edited under an open license⁸, which encourages social and collaborative mapping initiatives.

Junior⁹ outlines the importance of social cartography as a tool for maintaining cultural identities in riverside territories, understanding them as a stage for conflicts. As for collaborative mapping, Panek and Netek¹⁰ mention it as an important resource to ensure that spatial data on different locations are available to everyone, regardless of the position they occupy within the current power structure.

The hypothesis of this study is that from the collaborative mapping by photointerpretation of high-resolution data available from OSM and the analysis of toponyms in secondary documents, it is possible to mitigate the Amazon riverside invisibility on maps. To test the hypothesis, the riverside communities adopted as a pilot area were the ones in the Tarará Island (*Ilha de Tarará*), located in the main channel of the Solimões River, municipality of Tefé, state of Amazonas, Brazil. In the scientific literature there is little information

about the island and its communities, the same occurs in official cartographic documents.

The methodological procedures of this study were: survey and analysis of cartographic data and secondary data on the toponyms of the communities, mapping of riverside communities by photointerpretation in the OSM, data collection in the field, and validation. As a result, the study presents the mapping of the riverside communities of Tarará Island (*Ilha do Tarará*): location (x, y) and toponymy of the locations.

It is assumed that collaborative mapping or Volunteered Geographic Information (VGI) is a World Wide Web (Web) phenomenon related to the voluntary engagement of individuals or organizations, often not specialized, in the creation or improvement of geographic information¹¹. The accuracy of the information generated is heterogeneous, but it can be satisfactory for many applications¹². In the specialized literature, the term Crowdsourcing is also related to the words “collaborative mapping” and VGI. Thus, it is important to clarify the relationship between these terms, which are briefly presented in the next section.

Collaborative Mapping and definitions

This study followed the perspectives of Crowdsourcing and Voluntary Geographic Information (VGI) or collaborative mapping, as it is known in Brazil. The term has its roots in the English language; therefore the terminology is used to characterize groups that come together, either face-to-face or online, to solve problems¹³. The methodology can be applied in several areas, for example, in the access to collective intelligence to reduce company costs¹⁴. In the case of gatherings for the production or improvement of geographic information, Goodchild¹⁵ defined it as VGI.

In the classification of Crowdsourcing, the exact geographic or organizational proximity does not exist, nonetheless, there is the technological one from an online platform, in which knowledge of social and historical relations of a region is not necessary¹⁶. Figure 2 summarizes the different categories of proximity relationships in Crowdsourcing.

⁷ Toponymy can be understood as the linguistic and/or historical study of geographical names. A correct toponymy is important for referential orientation of places, providing information that cannot be represented only by symbols.

⁸ Haklay & Weber, 2008.

⁹ Junior, 2020.

¹⁰ Panek & Netek, 2019.

¹¹ Goodchild, 2007.

¹² Goodchild, 2007; Touya et al., 2017; Machado & Camboim, 2019.

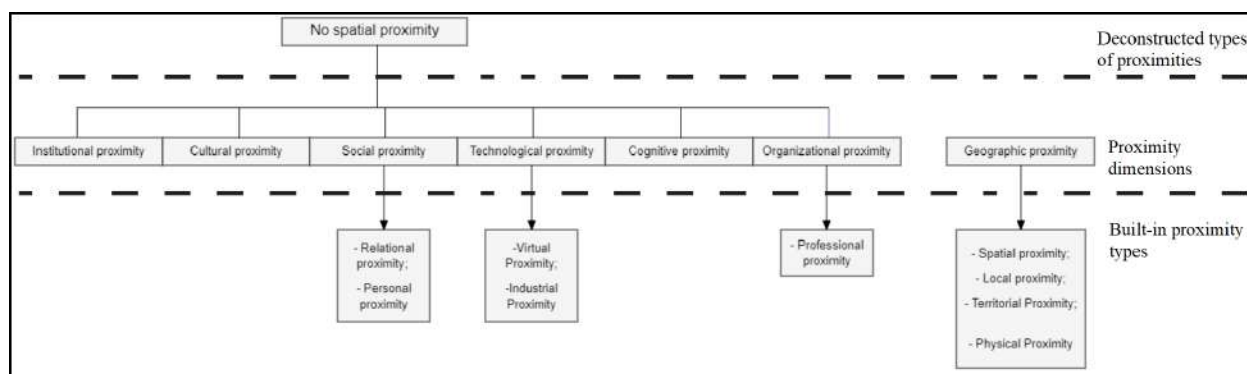
¹³ Howe, 2006. Sieber & Haklay, 2015.

¹⁴ Pedersen et al., 2013.

¹⁵ Goodchild, 2007.

¹⁶ Howe, 2006. Knobens & Oerlemans, 2006. Nascimento, Heber, & Luft, 2013.

Figure 2. Proximity dimensions



Source: adapted by Knobens and Oerlemans¹⁷.

As far as the creation of geographic and cartographic data is concerned, Crowdsourcing is applied to Voluntary Geographic Information to voluntarily map and share information¹⁸. In this study, we will use the term collaborative mapping to refer to the generation of voluntary spatial information data.

Collaborative mapping in platforms for the making of cartographic data such as OSM has shown significant results and the potential for using its data as reference mapping is investigated by several researchers¹⁹. Martins Junior *et al.*²⁰ discuss the construction of a voluntary database to map gas stations in the city of Rio de Janeiro and its surroundings and their inset in the OSM, in addition, they present reflections on collaborative mapping to optimize the updating of the cartographic bases and expanding social participation in this process, as well as the uses of collectively produced data are still sensitive to National Mapping Agencies.

Gracie²¹ used collaborative mapping to build and organize a unifying panel with Covid-19 data focusing on the visibilities of the peripheral territories (*Favelas*, Portuguese for shanty towns) of the municipality of Rio de Janeiro, state of Rio de Janeiro, Brazil.

Young *et al.*²² developed research using collaborative mapping called Advancing Library Visibility in Africa (ALVA) to examine the relationship between library audiences and sustainable development across Sub-Saharan Africa. Other examples are found in publications by Goodchild²³, Folger²⁴, Bravo²⁵, among others.

Despite the potential of collaborative mapping including its low cost, constant and fast updates (*real-time* or *near real-time*), possibility of integration with other technologies, among others, there is much discussion about the downsides of its use. Among them are the heterogeneity of the data, their reliability, differences in the scale of the mappings, among other factors that can jeopardize their usability²⁶.

Material and Methods

Study Area

The pilot area of this study is Tarará Island, whose central is called *Ilha do Panamim* (Panamim Island), to the north of which is the *Ilhota do Panamim* (Panamim Islet), to the south, *Paraná do Panamim* and to the southeast, *Paraná do Curabatú*. The island is located in the municipality of Tefé and is located in the Amazonian plain unit, in the downstream vicinity of the junction of the Japurá River with the Solimões River (Figure 3).

The *Rio Solimões* (River Solimões) has its headwaters in the Andes Mountain Range, from where most of the suspended sediments that are deposited along its course come, especially in its medium-low course. The natural dynamics of the hydrography alters the landscape and forces riverside communities to migrate. The buildings are mostly made of wood, which makes it possible to dismantle and rebuild them in another location.

The livelihood of the riverside communities is based on the cultivation of yuca/manioc, vegetables and fruits, in addition to fishing and the manufacture of flour. The surplus is sold at the fair and at the municipal market in the city of Tefé²⁷. During the dry season, food

¹⁷ Knobens & Oerlemans, 2006, p. 74.

¹⁸ See et al. 2016. Ooms, Maeyer & Fack, 2013. Bravo & Sluter, 2018.

¹⁹ Machado & Camboim, 2019. Goodchild, 2007. See et al. 2016.

²⁰ Martins Junior, et al. 2016.

²¹ Gracie et al. 2021.

²² Young et al. 2021.

²³ Goodchild, 2007.

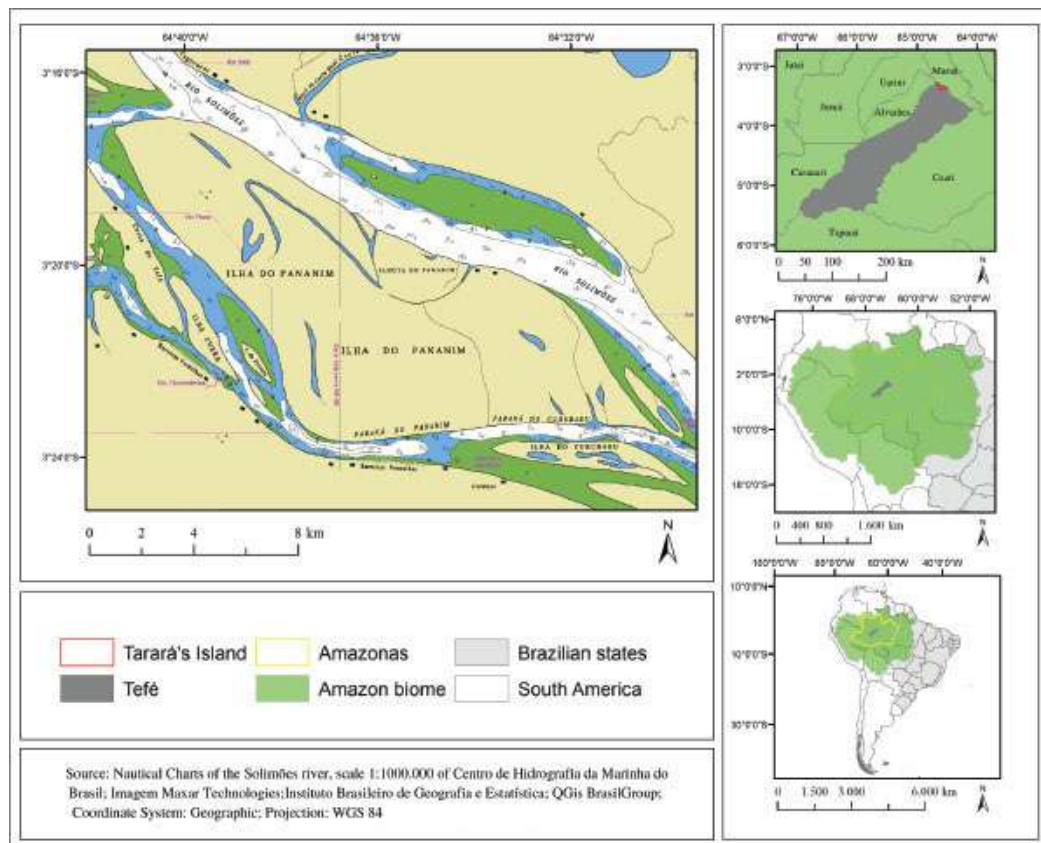
²⁴ Folger, 2009.

²⁵ Bravo et al. 2015.

²⁶ Panek & Netek, 2019.

²⁷ Santos, 2020.

Figure 3. Location of Tarará Island



Source: own elaboration.

is grown directly on the ground and in the wet season, the cultivation is carried out in suspended beds, built with wood.

The riverside and indigenous people use small boats as their main means of transport²⁸. Water seasonality determines the routine of communities since causes variation in the distances between buildings and river banks. In floods, the waters cover the soil and crops and reach the level of buildings. Access and transport in this period are easier because the travel time by boats decreases. In the dry season, however, with a lower river level, communities face challenges in transport, access to water for drinking and personal hygiene²⁹. Distances between buildings and rivers increase. The water that supplies the communities comes from the rivers and does not receive any treatment. Whenever possible, residents buy drinking water and ice in Tefé³⁰. The steep slopes (Figure 4a) are exposed, making it difficult to move and collect water to supply households (figure 4b).

There is no sewage system and, in some buildings, there are rudimentary cesspools with small wooden constructions, close to the homes. In many places, there is a small raft built with wood that serves as support for mooring boats and for daily duties such as bathing, washing clothes and household items (Figure 5).

Energy is supplied by the Federal Government's *Electricity for Everyone* program through Amazonas Energia and by diesel generators. The communication system by internet and mobile phones is virtually non-existent.

Elementary School is offered in the communities and High School and the health service (exams and medical appointments) are offered in the city of Tefé. Medical assistance in the communities is provided by the River and Riverside Family Health Basic Units. Some communities have resident community health agents who provide basic and first aid care and there are communities that have an ambulance boat to transport patients to the city of Tefé, in urgent and emergency cases³¹.

²⁸ Cardozo, Diniz & Szlafsztajn, 2022.

²⁹ Moura et al. 2015.

³⁰ Santos, 2020.

³¹ Santos, 2020.

Figure 4. a) Dry period and b) Flood period



Source: author's own collection.

Figure 5. Small support raft for daily activities in of São Luiz do Macari communities in Tarará Island



Source: authors' own archive.

Methodological procedures

The procedures used to map the riverside communities were: (1) survey of cartographic data and secondary data on the toponyms of the communities, (2) collaborative mapping of riverside communities by photo interpretation in the OSM and recording of toponymy, and (3) collection of fieldwork data.

The surveys of cartographic data and information about the toponyms of the communities were executed on the platforms of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Google Earth and OpenStreet-Map, as well as on the websites of the Department of Education of the municipality of Tefé, the Brazilian Hydrographic Service, in the databases of the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and the *Scientific Electronic Library Online*-SciELO. For this study, vector bases were also analyzed on villages in

the municipality and Tefé from the Mamirauá Institute for Sustainable Development, the Municipality and the Civil Defense.

The riverside communities in the municipality of Tefé were mapped by collaborators who connected through the OSM platform and performed the vectorization of the communities from the perspectives of collaborative mapping. The “Mapping of Amazon Riverside Villages in the North of the Municipality of Tefé – AM” was registered on *Tasking Manager* and published with guidelines for mapping communities. This platform was developed by the Humanitarian Team OSM and allows the systematic division of the area to be mapped into quadrants, so there is no overlapping of mapping tasks. It also enables the issuance of reports on the process, such as the number of participants involved and the progress of the mapped area. As guidelines for employees, each building in the communities

was requested to be represented by a polygon and to be labeled “building”. In OSM, ontologically, buildings are related to any covered construction, usually delimited by walls, with the purpose of housing human activities.

In 2022, two fieldworks were performed, one in February and another in May. The first fieldwork was intended to make a general recognition of the area. The second fieldwork aimed at collecting data on the toponyms of the communities. The latter had the logistical support of the *Defesa Civil do Município de Tefé* (Civil Defense of Tefé), the *Instituto de Desenvolvimento da Amazônia* (IDAM) (Amazon Development Institute), the *Instituto Mamirauá de Desenvolvimento Sustentável* (Mamirauá Institute for Sustainable Development) and the *Centro de Estudos Superiores de Tefé da Universidade do Estado do Amazonas* (Tefé Higher Studies Center of the University of the State of Amazonas). The field procedures were photographic records, including drone view pictures, interview with residents, notes in field book, and collection of secondary data with the *Defesa Civil do Município de Tefé* (Civil Defense of Tefé).

The truth value of the data (location of communities and toponymy) was verified based on the cross-reference of information collected in the field with secondary data, mentioned at the beginning of this section.

Results

The survey of cartographic data in official agencies indicated the invisibility on the maps of riverside communities, located in the Tarará Island. In the census grid of the municipality of Tefé, prepared by IBGE³², there is a division of the area of the municipality into urban and rural, but without information on the riverside communities, referring to their locations and toponyms. On the basis of the OSM, it was found that there are locations by points and with the nomenclatures of four riverside communities, *Santa Maria*, *Glória*, *Boará* and *Boarazinho*, based on data from the IBGE Census³³ (Figure 6).

The precariousness of the IBGE Census data³⁴ may be related to the difficulties in updating the mapping of the Brazilian territory due to the high costs and little investment by the Federal, State and City governments

in actions to update data, as well as the perils and costs to collect data in riverside communities further away from the urban center of Tefé.

The riverside communities *Santa Maria*, *Glória*, *Boará* and *Boarazinho* are more reachable than the others in Tarará Island, due to their nearness to the urban center of Tefé. During the flood period, it is possible to sail to the Solimões River through the *Furo da Boa Vista* (Boa Vista Hole), which connects the Tefé lake to the river. The trip is shorter and cheaper during this period, but no less dangerous due to the natural hydrological dynamics that can increase the intensity of the *banzeiros* (waves in Lake Tefé) and the *rebojos* (circular movement from the river bottom to the surface), as well as the amount of tree trunks in the waters of the rivers, which can cause accidents, among others. The difficulties are even bigger due to the lack of financial resources to expand the technical team, so they have better vessels and aid to pay for fuel and communications systems.

In the Map Biomas and Google Maps databases, no information was found about the toponyms of the communities and the representations of the buildings. In the scientific literature there are two publications with information about the toponyms of the communities in the island. Santos³⁵ states that on Tarará Island there are twelve communities: *Luz Crescente*, *Boarazinho*, *Boará*, *Glória*, *Santa Maria*, *Santa Cruz*, *São Francisco do Piranhã*, *São Francisco do Aratamã*, *São Luís do Macari*, *Novo Porto Novo*, *Nova Esperança do Arauri* and *Santa Clara*, but without citing the source of this information.

The communities mentioned by Santos³⁶ in line with the information on the map prepared by the Municipal Production and Supply Department (SEMPA) presented in the publication by Silva and Valdez³⁷, are shown in Figure 7.

The *Instituto Mamirauá de Desenvolvimento Sustentável* (Mamirauá Institute for Sustainable Development) database contains nine communities that are mentioned by Santos³⁸ and are represented on the map prepared by SEMPA. The communities that are not represented on the Institute’s database are: *Luz Crescente*, *Nova Esperança Arauri*, *Novo Porto* and *São Luiz do Macari* (Figure 8).

At the fair in the city of Tefé, residents of the communities said they were not sure of the geographic locations of the communities, but the names were correct, with the exception of the *Novo Porto* community,

³² IBGE, 2020.

³³ IBGE, 2010.

³⁴ IBGE, 2010.

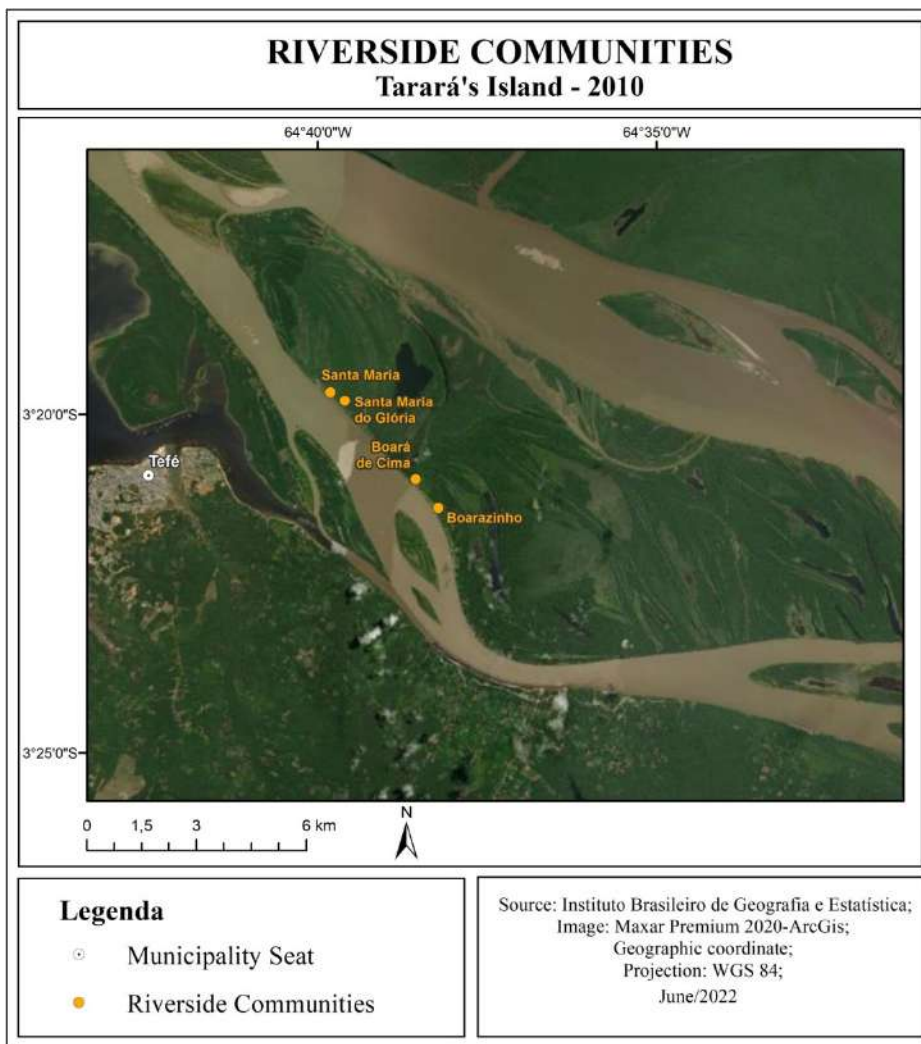
³⁵ Santos, 2020.

³⁶ Santos, 2020.

³⁷ Silva & Valdez, 2017.

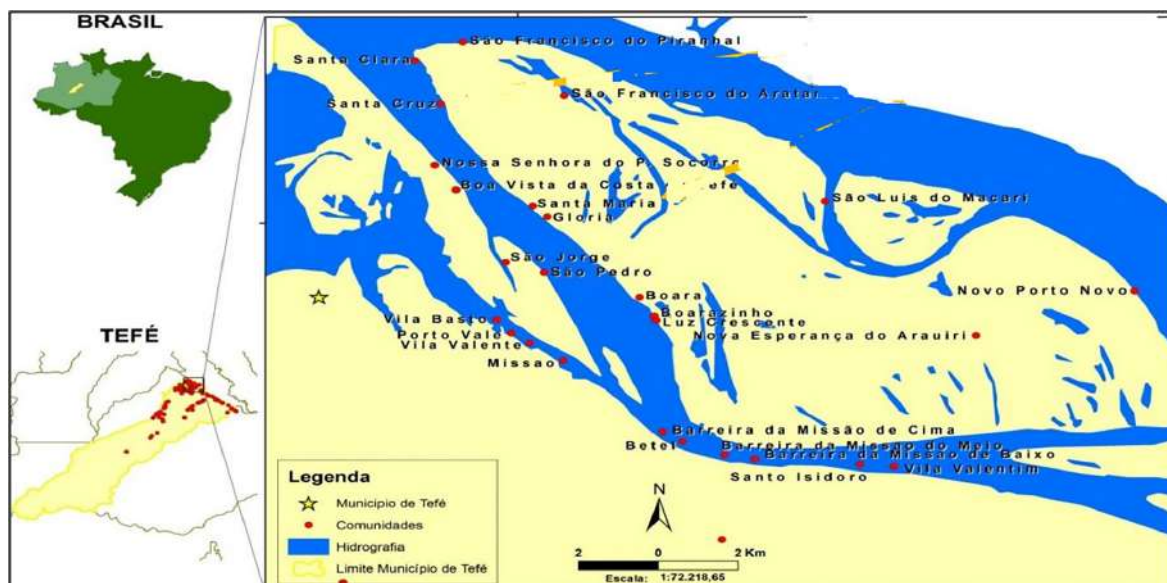
³⁸ Santos, 2020.

Figure 6. Communities located based on IBGE information



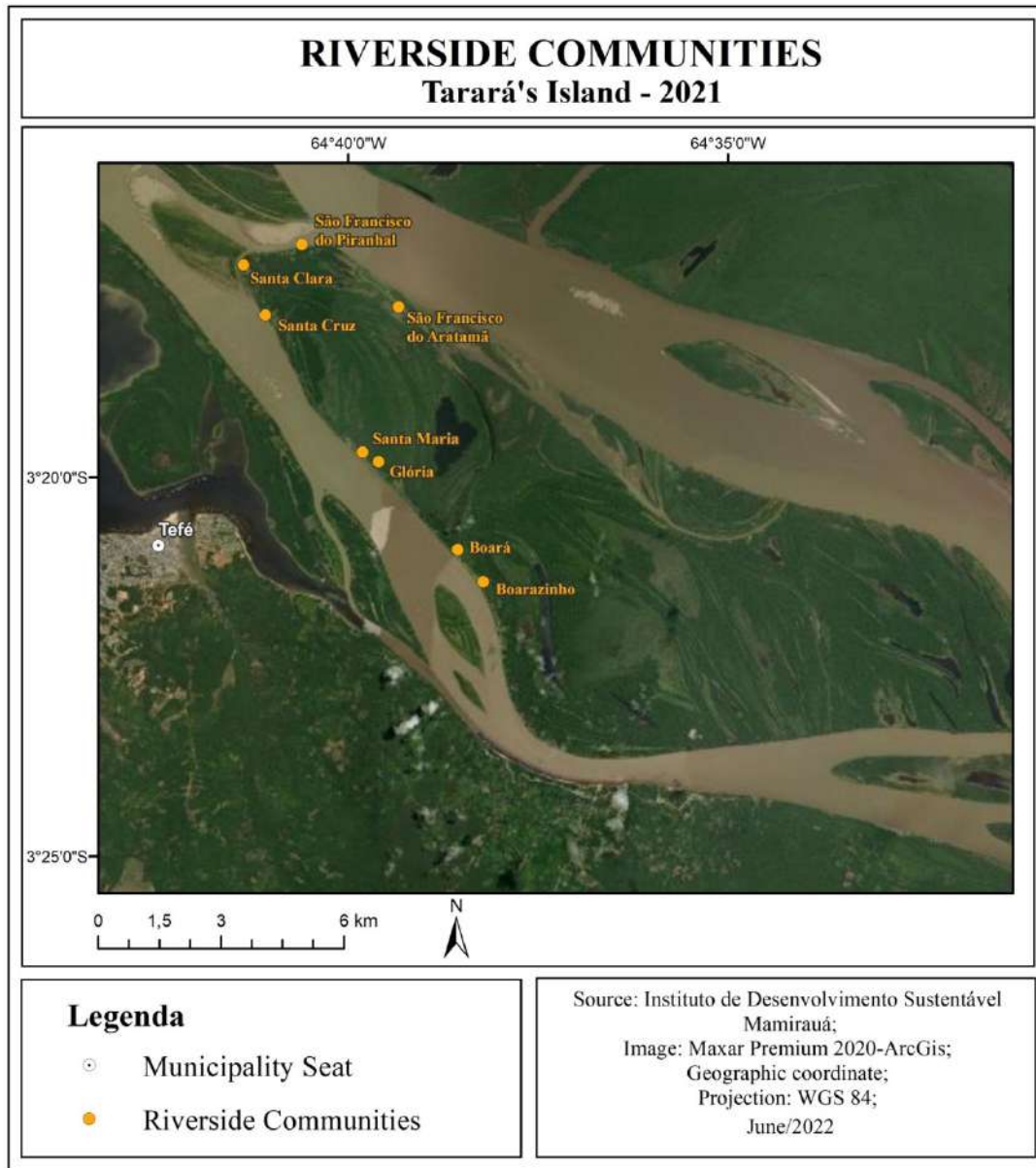
Source: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brazilian Institute of Geography and Statistics).

Figure 7. Map of the Municipal Production and Supply



Source: Silva and Valdez (2017, p. 4).

Figure 8. Communities on the *Instituto Mamirauá de Desenvolvimento Sustentável* (Mamirauá Institute for Sustainable Development)



Source: *Instituto Mamirauá de Desenvolvimento Sustentável* (Mamirauá Institute for Sustainable Development).

whose correct name is *Novo Porto Novo*. According to reports from residents, the spatial dimension of the island and the precarious internet in Tefé make it impossible to access information from each community, and the further away from the city of Tefé, the scarcer the information³⁹.

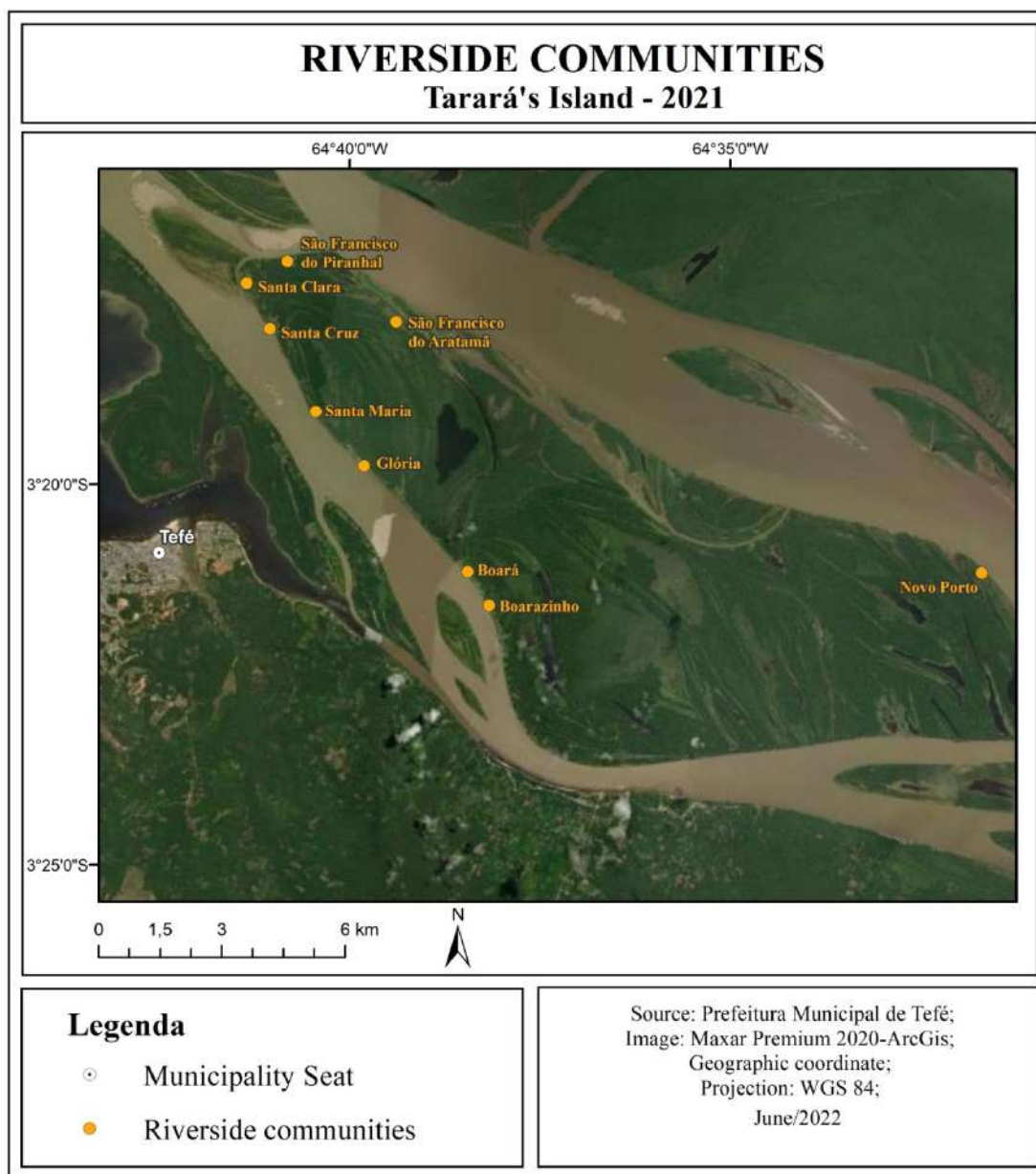
In the database of the Municipality of Tefé, nine communities are represented (Figure 9). Compared to the Mamirauá base, the community of *Novo Porto* appears in this base.

The *Defesa Civil do Município de Tefé* database has information on 14 communities, but one called *Ilha do Felipão* (Felipão Island) has no information about its location and therefore it was not spatialized. Other differences between the *Defesa Civil* database and the data collected in the other mentioned databases are: the existence of the *São Conrado* community, the division of the *Boará* community between *Boará de Cima* and *Boará do Meio*, the location in two places of the *São Luiz do Macari* community and the non-existence of the *Novo Porto Novo* community (Figure 10).

In the fieldwork, information on the location of the *São Luiz do Macari* community was validated in two

³⁹ The interviews were performed by a researcher who is from the area, whose name shall be entered in the event of the acceptance of this paper.

Figure 9. Communities according to the Municipality of Tefé



Source: Municipality of Tefé.

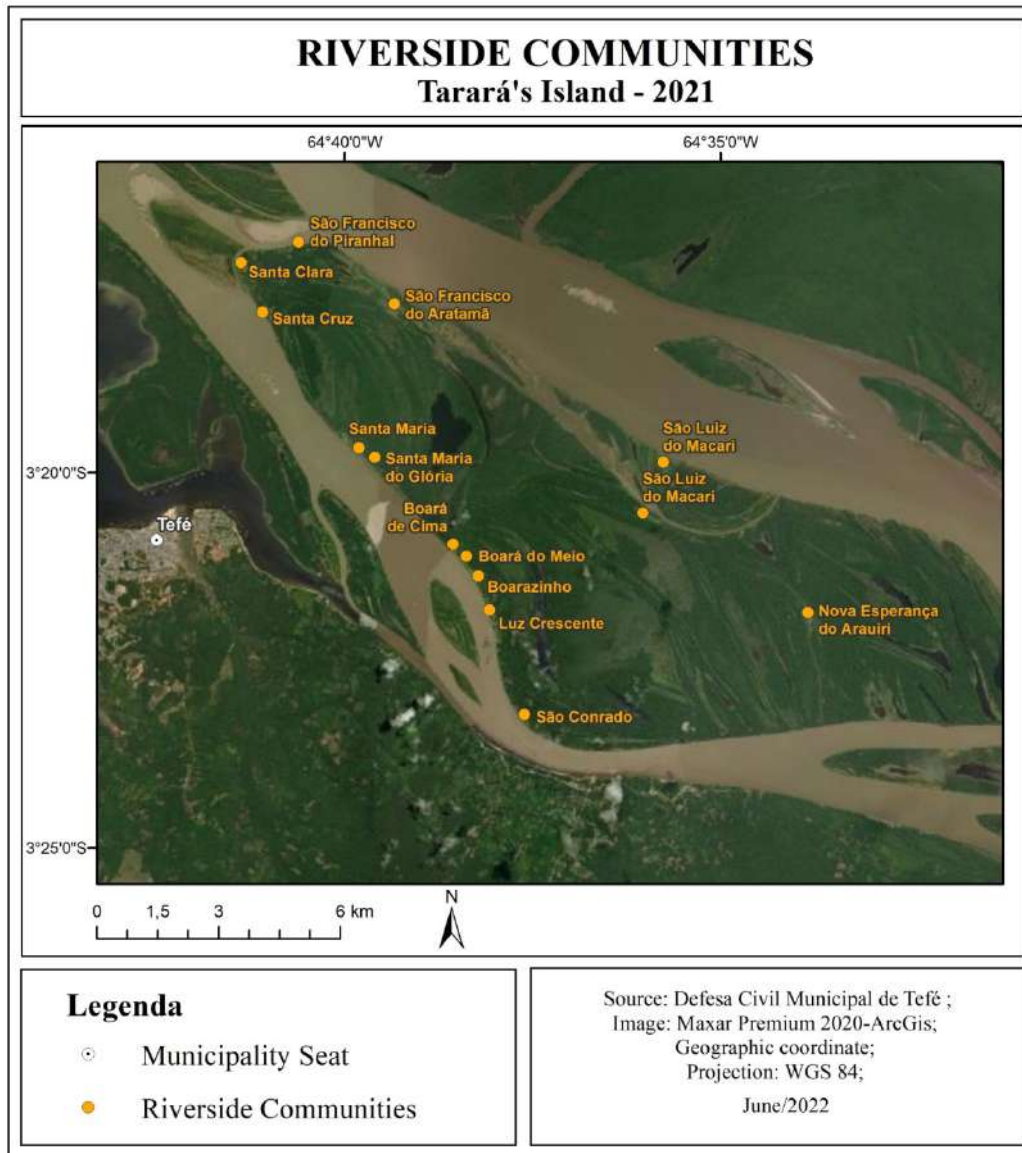
locations. According to the *Defesa Civil*, the *Novo Porto Novo* community has moved, but there is no information to where. This fact was confirmed by the residents of the *São Luiz do Macari* Community and through the comparative analysis of Maxar satellite images from the years 2017 and 2021. In the image of the year 2021, the riverside community “Novo Porto Novo” or according to other “Novo Porto” bases are no longer in place (Figure 11).

In addition to these bases, the sheet 01MM 1304203 was verified, which integrates the collection of Municipal Maps generated in a semi-automated way, from the IBGE's Municipal Digital Mesh⁴⁰. Although the sheet

⁴⁰ IBGE, 2021.

warns that the map is exclusive to the Institute's collection and statistics activities, it was considered in the research because it contains toponyms of the riverside communities located in the island: *Comunidade Macari*, which according to other databases is known as *São Luiz do Macari*; *São Francisco do Aranaí* Community, which receives the name *São Francisco do Aratamã* in other bases and by the population; Location of *Piranhã*, known as *São Francisco do Piranhã*; *Santa Clara* Community; *Santa Cruz*; *Santa Maria* Community; *Glória*, also known as *Santa Maria do Glória*; *Boará* Community and two more points with the name *Boará*, which based on data from the Civil Defense of Tefé is divided into *Boará de Cima* (Upstream *Boará*) and *Boará do Meio* (Midstream *Boará*);

Figure 10. Location of communities in the island according to the data recorded by the *Defesa Civil de Tefé* (Civil Defense of Tefé)



Source: *Defesa Civil de Tefé* (Civil Defense of Tefé).

Boarazinho; *Vila Valente*, which is in the same geographic location as *São Conrado*, according to the coordinates provided by the Civil Defense. In the letter four indigenous villages are represented, they are: *Novo Porto Novo* Indigenous Village, which according to field data no longer exists; *Kanata-Aeitu* Indigenous Village; *Boarazinho* Indigenous Village and *Nova Esperança* Indigenous Village, whose location is the same as the *Nova Esperança do Arauiri* community.

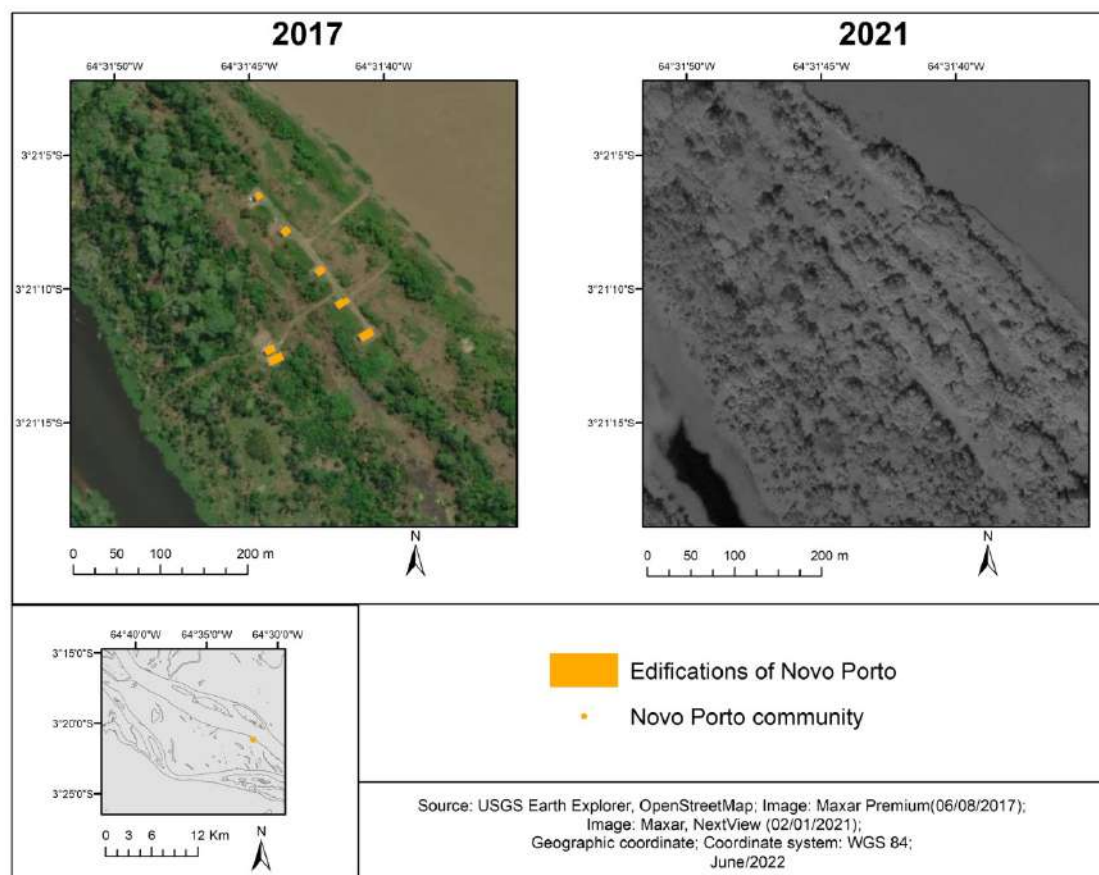
From the data and analysis presented, the information of the toponyms on the OSM Platform was validated, and despite the constant updating of information and images, it was found that the information is outdated, as it still has buildings in the community of *Novo*

Porto and the buildings of the *São Luiz do Macari* community are not distributed into two locations.

For the data entry in the platform, from the fundamentals and procedures of Crowdsourcing, 352 buildings located in the island of Tarará were vectorized. In addition to buildings belonging to communities, there are isolated buildings (single building), which are occupied by families who do not identify with communities or choose to live far away. Data collected from the Civil Defense indicates that there are 349 families on the island.

The OSM Platform is part of the basis of several free databases in Brazil and therefore the invisibility of communities was reduced from the development of the

Figure 11. Comparison of the Novo Porto Novo community in the years 2017 and 2020



Source: own elaboration.

reported research. Table 1 illustrates on which basis it is possible to see communities.

Table 1. Examples of sites that use the OpenStreetMap

Mapbiomas Brasil	https://mapbiomas.org/
Mapcarta	https://mapcarta.com/pt/
Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE	https://www.inde.gov.br/
Centro de Sensoriamento Remoto-UFMG	https://maps.csr.ufmg.br/
United Nations	https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Unite_Maps_Initiative/UN_Mappers
Doctors without Borders	https://www.msf.org.br/noticias/msf-lanca-aplicativo-para-que-publico-poss-ajudar-enviar-cuidados-medicos-para-vulneraveis

Source: Author's own elaboration.

In the fieldwork in the community of São Luiz do Macari, it was observed that there is already internet at the school, mobile signal in some places and for certain operators, so in the near future, the communities themselves will be able to enter information and mappings

in the OSM aligned with their realities. Places that have already gone through this mapping phase, for example in Nepal⁴¹, show that after that, local agents who live in the place, through OSM notes, tend to enter information and share local knowledge about geographic objects.

Final considerations

Due to the dimension, the mobility and financial difficulties, the coverage and technical limitation of data, many phenomena in the Amazon region present challenges to be represented. In relation to the cartographic invisibility of the riverside people, this can be understood from the perspective of marginalization within the current power structures and from the perspective of the technical limitations linked to the tasks that involve the inventory and cartographic representation of terrestrial surface phenomena.

⁴¹ Poiani et al. 2016.

The OSM platform becomes promising, as it offers a wide territorial coverage of high-resolution images and allows this local visibility to regional phenomena. The methodology for mapping these communities, using the fundamentals of Crowdsourcing and IGV, proved to be efficient since in a short period of time it was possible to map the riverside communities and buildings on *Ilha Tarará* (Tarará Island).

The analysis showed that the OSM platform provides cartographic visibility to riverside communities, as sites with official cartographic databases use it. This makes these data available and free, in addition to offering countless potential for their use by researchers, public authorities, non-governmental organizations and others.

Also, from this study, the truth value of information related to the number of buildings in each community and their toponyms was verified and the presence of these features was verified within important platforms that use OpenStreetMap as a basis. Therefore, it is possible to conclude that the methodology can be applied to grant visibility to communities even in regional mappings and the data made available within the OSM can be used in different scopes and in different researches for local development.

In this way, it is concluded that the proposed hypothesis was proven because from the collaborative mapping by photo interpretation of high-resolution data available from the OSM and the analysis of toponyms in secondary documents, it was possible to mitigate the riverside invisibility in the pilot area composed by the riverside communities on the Tarará Island.

References

- Bravo, J. V. M. & Sluter, C. R.** 2018: "O Mapeamento Colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas (Collaborative Mapping: its emergence, characteristics and how does it work)". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(5), 1902-1916, 1984-2295. doi: [https://doi.org/10.26848/rbgf.v.11\(5\)1902-1916](https://doi.org/10.26848/rbgf.v.11(5)1902-1916). [Consulta realizada em 28 de junho de 2022].
- Bravo, J. V. M.; Camboim, S. P., Mendonça, A. L. A. & Sluter, C. R.** 2015: "A compatibilidade dos metadados disponíveis em sistemas VGI com perfil de metadados empregado na infraestrutura nacional de dados espaciais do Brasil (INDE-BR)". *Boletim de Ciências Geodésicas*, 21(3), 465-483. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702015000300026>.
- Cardozo, M; Diniz, M. B. & Szlafsztein, C. F.** 2022: "Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica como Bens Públicos Globais". *Agua y Territorio*, 21, 103-119. <http://dx.doi.org/10.17561/AT.21.5609>.
- Fernandes, J. S. N. & Moser, L.** 2021: "Traditional communities: socio-historical formation in the Amazon and the (non) place of riverside communities". *Katálysis*, 24, 532-541.
- Folger, P.** 2009: "Geospatial Information and Geographic Information Systems (GIS): Current Issues and Future Challenges". *Congressional Research Service* 7-5700.
- Gama, A. S. M., Fernandes, T. G., Parente, R. C. P., & Secoli, S. R.** 2018: Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 34, e00002817.
- Goodchild, M. F.** 2007: "Citizens as sensors: the world of volunteered geography". *Geojournal*, 69(4), 211-221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.
- Gracie, R., Andrade, A. S., Bigler, C., Douglass-Jaimes, G., Campos, E. M. & Williamson, T.** 2021: *Painel Unificador Covid-19 nas Favelas metodologia para dar visibilidade a territórios periféricos*.
- Haklay, M. & Weber, P.** 2008: "Openstreetmap: User-generated street maps". *IEEE Pervasive computing*, 7(4), 12-18.
- Howe, J.** 2006: *The Rise of Crowdsourcing*. <https://www.wired.com/2006/06/crowds/>. [Consulta realizada em 28 de junho de 2022].
- IBGE.** 1999: *Noções Básicas de Cartografia*. Rio de Janeiro.
- IBGE.** 2010: *Censo Demográfico*. Available on <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>.
- IBGE.** 2020: *Malha de Setores Censitários*. Available on <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=30138>.
- IBGE.** 2021: *Mapa Municipal, Folha Operacional*. Available on https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_municipais/colecao_de_mapas_municipais/2020/AM/tefe/1304203_folha_01_MM.pdf.
- Junior, E. M. A.** 2020: "Cartografia Social nas Narrativas dos Territórios: O Caso das Populações Ribeirinhas na Amazônia Legal". *International Journal of Professional Business Review*, 5(2), 153-162.
- Knoben, J. & Oerlemans, L. A. G.** 2006: "Proximity and inter-organizational collaboration: a literature review". *International Journal of Management Reviews*, 8, (2), 71-89. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2006.00121.x>.
- Machado, A. A., & Camboim, S. P.** 2019: "Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades". *Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180142. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142>

- Martins Junior, O. G., Strauch, J. C. M., Santos, C. J. B., Borba, R. L. R., & Souza, J. M.** 2016: "Informação geográfica voluntária no processo de reambulação". *Boletim de Ciências Geodésicas*, 22(4), 13-629. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702016000400035>
- Mascarello, M. A., Santos, C. F., & Barbosa, A. L. O.** 2018: "Mapas...Por quê? Por Quem? Para Quem?" *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, 1(7), 126-141.
- Moura E. A. F., Nascimento, A. C. S., Corrêa, D. S. S., Alencar, E. F., & Sousa, I. S.** 2015: *Sociodemografia da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá*. Tefé, A M., Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá; Belém: IDSM; NAEA. <http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/14>. [Consulta realizada em 27 de janeiro de 2022].
- Nascimento, A., Heber, F., & Luft, M. C.** 2013: "O uso do crowdsourcing como ferramenta de inovação aberta: uma categorização à luz da teoria de redes interorganizacionais". *Revista Gestão Organizacional*, 69(2), 85-94.
- Ooms, K., Maeyer, P., & Fack, V.** 2013: "Listen to the Map User: cognition, memory, and expertise." *The Cartographic Journal*, 52(1), 3-19. <http://dx.doi.org/10.1179/1743277413y.0000000068>.
- Panek, J. & Netek, R.** 2019: "Collaborative mapping and digital participation: A tool for local empowerment in developing countries". *Information*, 10 (8), 255.
- Pedersen, J., Kocsis, D., Tripathi, A., Tarrell, A., Weerakoon, A., Tahmasbi, N., ... & De Vreede, G. J.** 2013: "Conceptual foundations of crowdsourcing: A review of IS research". In *2013 46th Hawaii international conference on system sciences*, 579-588. IEEE.
- Poiani, T. H., Rocha, R. S., Degrossi, L. C., & Albuquerque, J. P.** 2016: "Potential of collaborative mapping for disaster relief: A case study of OpenStreetMap in the Nepal earthquake 2015". *49th Hawaii International Conference on System Sciences*, 188-197. doi 10.1109/HICSS.2016.31.
- Santos, R. M. F.** 2020: *Identidades, saberes e territorialidades no mundo do trabalho das pescadoras de camarão da ilha do Tarará – Tefé (AM)*. 133. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas - PPGICH, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, Tefé. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/3300>. [Consultarealizadaem 20 de maio de 2021].
- See, L., Mooney, P., Foody, G., Bastin, L., Comber, A., Estima, J., Fritz, S., Kerle, N., Jiang, B., & Laakso, M.** 2016: "Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information". *Isprs International Journal Of Geo-Information*, 5(5) 55. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi5050055>.
- Sieber, R., & Haklay, M.** 2015: "The epistemology(s) of volunteered geographic information: a critique". *Geo: Geography and Environment*, 2(2), 122-136. <http://dx.doi.org/10.1002/geo2.10>.
- Silva, M. A., & Valdéz, A. R.** 2017: *O Uso de Agrotóxicos e a Destinação Final das Embalagens nas Comunidades: Santa Cruz e Santa Maria, Ilha do Tarará, Município de Tefé/AM*. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de S.I, Centro de Estudos Superiores de Tefé, Universidade do Estado do Amazonas, Tefé.
- Touya, G., Antoniou, V., Christophe, S., & Skopeliti, A.** 2017: "Production of Topographic Maps with VGI: Quality Management and Automation". In Foody, G., See, L., Fritz, S., Mooney, P., Olteanu-Raimond, A. M., Fonte, C. C., & Antoniou, V. (Eds.), *Mapping and the Citizen Sensor*, 61-92. London: Ubiquity Press Lt.
- Young, J. C., Lynch, R., Boakye-Achampong, S., Jowaisas, C., Sam, J., Norlander, B.** 2021: "Volunteer geographic information in the Global South: barriers to local implementation of mapping projects across Africa". *GeoJournal*, 86, 2227-2243. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10184-6>.



Urban land use and land cover mapping: proposal of a classification system with remote sensing

Mapeo de uso y ocupación del suelo urbano: propuesta de sistema de clasificación con teledetección

Thiago Azevedo

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Campinas, SP – Brazil
thiagoazvcunha@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-3331-9176

Lindon Fonseca Matias

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Campinas, SP – Brazil
lindon@ige.unicamp.br

 ORCID: 0000-0002-0098-771X

Información del artículo

Recibido: 30/06/2022

Revisado: 25/05/2023

Aceptado: 22/06/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7251

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

ABSTRACT

The Brazilian urbanization process produced a complex urban space, with a variety of urban land use and cover as a result. The study of these forms through a classification system is essential, but most current systems don't capture this complexity, condensing it. Urban forms are difficult to distinguish and classify, resulting in the need for a system with a high degree of detail, for a more accurate urban planning. The objective of this work is to propose a classification system for urban land use and cover, which can demonstrate the multiplicities through remote sensing, using data from CBERS 04A satellite. The methodology surveys the visual elements of remote sensing images, through visual interpretation, relating them to each proposed use and cover class. With this, a classification system was developed that covers the urban space in 17 classes, being an effective way to raise information about the different urban forms.

KEYWORDS: CBERS 04A, Land use and land cover classification, Urban space, Remote sensing.

RESUMEN

El proceso de urbanización brasileño ha generado un espacio urbano complejo, con una variedad de usos y coberturas del suelo urbano. El estudio de estas formas a través de un sistema de clasificación es esencial, pero la mayoría de los sistemas actuales no capturan esta complejidad, condensándola. Las formas urbanas son difíciles de distinguir y clasificar, lo que resulta en la necesidad de un sistema con un alto grado de detalle para una planificación urbana más precisa. El objetivo de este trabajo es proponer un sistema de clasificación para el uso y cobertura del suelo urbano que pueda demostrar las multiplicidades a través de la teledetección, utilizando datos del satélite CBERS 04A. La metodología analiza los elementos visuales de las imágenes de teledetección a través de la interpretación visual, relacionándolos con cada clase propuesta de uso y cobertura. Con esto, se desarrolló un sistema de clasificación que abarca el espacio urbano en 17 clases, siendo una forma efectiva de recopilar información sobre las diferentes formas urbanas.

PALABRAS CLAVE: CBERS 04A, Clasificación de cobertura y uso del suelo, Espacio urbano, Teledetección.

Mapeamento do uso e ocupação da terra urbana: proposta de um sistema de classificação com sensoriamento remoto

RESUMO

O processo de urbanização brasileira produziu um espaço urbano complexo, com diversidade de uso e ocupação da terra. O estudo dessas formas com um sistema de classificação é essencial, mas a maioria dos sistemas atuais não captura essa complexidade, condensando-a. As formas urbanas têm difícil classificação, demandando um sistema com alto grau de detalhamento, para um planejamento urbano mais preciso. O objetivo deste trabalho é propor um sistema de classificação de uso e ocupação da terra urbana capaz de demonstrar as multiplicidades com sensoriamento remoto, utilizando dados do satélite CBERS 04A. A metodologia consiste no levantamento dos elementos visuais das imagens de sensoriamento remoto, por meio da interpretação visual, relacionando-os a cada classe proposta de uso e ocupação. Com isso, foi desenvolvido um sistema de classificação que abrange o espaço urbano em 17 classes, sendo uma forma eficaz de levantar informações sobre as diferentes formas urbanas.

PALAVRAS-CHAVE: CBERS 04A, Classificação de uso e ocupação da terra, Espaço urbano, Sensoriamento remoto.

Cartographie de l'occupation et de l'utilisation des terres urbaines: proposition d'un système de classification avec télédétection

RÉSUMÉ

Le processus d'urbanisation brésilien a produit un espace urbain complexe, avec une variété d'utilisations et de couvertures des sols urbains en résultat. L'étude de ces formes à travers un système de classification est essentielle, mais la plupart des systèmes actuels ne capturent pas cette complexité, la condensant. Les formes urbaines sont difficiles à distinguer et à classer, ce qui nécessite un système avec un degré élevé de détail pour une planification urbaine plus précise. L'objectif de ce travail est de proposer un

système de classification pour l'utilisation et la couverture des sols urbains qui puisse démontrer les multiplicités par télédétection, en utilisant des données du satellite CBERS 04A. La méthodologie analyse les éléments visuels des images de télédétection par interprétation visuelle, les reliant à chaque classe proposée d'utilisation et de couverture. Ainsi, un système de classification a été développé, couvrant l'espace urbain en 17 classes, représentant un moyen efficace de recueillir des informations sur les différentes formes urbaines.

MOTS CLÉ: CBERS 04A, Classification de l'utilisation et de l'occupation des terres, Espace urbain, Télédétection.

Mappatura dell'uso e dell'occupazione del suolo urbano: proposta per un sistema di classificazione con telerilevamento

SOMMARIO

Il processo di urbanizzazione brasiliano ha prodotto uno spazio urbano complesso, con una varietà di usi e coperture del suolo urbano come risultato. Lo studio di queste forme attraverso un sistema di classificazione è essenziale, ma la maggior parte dei sistemi attuali non cattura questa complessità, condensandola. Le forme urbane sono difficili da distinguere e classificare, rendendo necessario un sistema con un elevato grado di dettaglio per una pianificazione urbana più accurata. L'obiettivo di questo lavoro è proporre un sistema di classificazione per l'uso e la copertura del suolo urbano che possa dimostrare le molteplicità attraverso il telerilevamento, utilizzando dati dal satellite CBERS 04A. La metodologia analizza gli elementi visivi delle immagini di telerilevamento attraverso l'interpretazione visiva, collegandoli a ciascuna classe proposta di uso e copertura. Con questo, è stato sviluppato un sistema di classificazione che copre lo spazio urbano in 17 classi, rappresentando un modo efficace per raccogliere informazioni sulle diverse forme urbane.

PAROLE CHIAVE: CBERS 04A, Classificazione dell'uso e dell'occupazione del suolo, Spazio urbano, Telerilevamento.

Introduction

The urban space as we currently know is manifested throughout cities with different hierarchical levels, which are commonly related to three expressions: the international, complex and chaotic city, the small and peaceful city and the intermediate city. However, this conception does not address the complex reality of the contemporary urban array, as it derives from an intense urbanization process and is driven by hegemonic capitalist forces¹.

An effective way of highlighting the contemporary urban complexity is through the anthropic morphology that lies in the Land Use and Land Cover (LULC) typologies, being buildings, road networks, urban green areas, and a diverse set of infrastructures. The analysis of how the different use and cover forms is manifested in the space is fundamental for the understanding of the urban reality, thus the detailed study of its classes and units is necessary².

Technological improvements have contributed to new approaches of LULC studies and, currently, its main basis relies on geotechnologies and remote sensing data, since they enable analysis with various goals. As an example, the application of a Geographic Information System (GIS) helps in the systematization, integration, identification, treatment and processing of data acquired from satellites and other remote sensing platforms, allowing a critical analysis of the (re)production of the geographical space³.

Classifying urban forms in LULC classes is a process that has its challenges and requires specific approaches, because of the complexity of the current urban arrangement and the urbanization process itself. It demands a greater scale of detail, that allows urban forms to be identified and distinguished with accuracy, being a challenge to be overcome. Different methodological approaches and the technical improvements of remote sensors aid these difficulties, providing data with higher spatial, radiometric and spectral resolutions, but there are challenges still to be overcome⁴.

The literature⁵ reports several methodologies for spatial analysis, divided into digital and analogical approaches, however systems developed to classify the urban space are rarely mentioned. Urban LULC

classifications usually aims on specific cases, focusing on the urban reality of a particular city or region, and other universal classification systems address the urban scheme in a broader way, failing to praise the real complexity that lies within this category of space.

Taking in consideration the global influence that cities have, regardless of their size, and the high rate of change to which urban centers are susceptible, a study and proposal of an urban LULC classification system is necessary. The availability of high-tech sensors and data supports the development of a study that follows this purpose, which was previously limited by factors such as the low resolutions of remote sensors. This would help territorial planning and the enhancement of urban socio-spatial phenomena, so that they are captured through remote sensors and expressed with cartographic content and geographical analyses.

Therewith, the objective of this paper is to propose a classification system for mapping the urban LULC with analogical techniques, based on visual interpretation, as a way of contributing to urban planning. The text is structured in four chapters: “*Theoretical Remarks*”, the delimitation of the main theoretical references used in the development of the work; “*Methodological Procedures*”, in which the methodological sequence adopted is demonstrated; “*Urban Land and Remote Sensors*”, a segment of analysis and discussion of the results; then, a brief conclusion of the work will be made, followed by the bibliographic references used.

Theoretical Remarks

Authors⁶ have discussions that contribute to the comprehension of the Brazilian urbanization process and the urban space characteristics. The contemporary urban reality was built by a diverse range of processes, among which the rise of the technical-scientific-informational environment had a great influence, producing a more fluid and clustered territory with the construction of new means of transport and a broader road network⁷.

This process also influenced the characteristics of the urban morphology, assembling it as a result of the production and reproduction of the space by hegemonic forces, being a clear reflection of these agents and its ideals. The constant urban changes build a complex

¹ Santos, 1993.

² Lamas, 2010, 37. Souza et al., 2020, 94.

³ Matias, 2003, 28.

⁴ Chowdhury, Bhaduri & Mckee, 2018, 94.

⁵ Novo, 2008. Jensen, 2008.

⁶ Villaça, 1978. Suzigan, 1988. Corrêa, 1989. Santos, 1993.

⁷ Santos, Souza & Silveira, 1998. Sposito, 2000. Santos, 2013.

and diverse morphology, encompassing anthropic and non-anthropic objects, such as houses, buildings, vegetation, among others, and the study of this urban morphology is one of the starting points to understand urban conflicts, enabling the different urban realities to be highlighted⁸.

The proposal of a LULC classification system that highlights the diversity of the urban forms with remote sensing data is relevant, aiding a more accurate classification of the urban array, thus contributing to the mitigation of a diverse range of issues that surround cities worldwide. In the past decades, significant advancements in urban remote sensing, including the development of new sensors and algorithms, have brought forth new possibilities for urban LULC classification, both in analogical⁹ and digital approaches¹⁰, thereby enhancing the need for a classification system.

For that matter a recollection is needed, regarding authors that discuss on the basic concepts of classification systems¹¹, the understanding of remote sensing concepts and applications¹² and those who help to comprehend the possibilities, limitations and challenges when studying urban LULC with remote sensing¹³.

Methodological Procedures

To fulfill this paper's objectives, the methodological sequence was divided into five topics: (i) Definition of the Sampling Area, (ii) Data Acquisition, (iii) Image Processing, (iv) Visual Parameters and Interpretation Key, (v) Classification System.

For (i) Definition of the Sampling Area, was considered the discussion of the geographic space as the dimension of interrelationships and multiplicities, in which different stories and trajectories coexist and collaborate to produce a complex and constantly changing space, which is reflected in the different forms of LULC¹⁴. Based on that, and on the discussion that a larger population results in a greater space complexity¹⁵, the city of Campinas, Brazil (Figure 1), was chosen as the sampling

area, since its dense demographic scenario has potential to express the urban space's diversity and complexity.

In (ii) Data Acquisition, data was chosen from the sensor Wide Scan Multispectral and Panchromatic Camera (WPM), from CBERS 04A satellite, a sino-brazilian satellite launched in late 2019, imaging the entire globe with 3 different cameras. Images from 08/29/2020 were acquired, imaged at 1:30:36 pm and the bands 0 (Panchromatic), 1 (Blue), 2 (Green) and 3 (Red). This satellite emerges as a new potential for urban studies, the WPM sensor has a spatial resolution of 2 meters at the panchromatic band and 8 meters at the visible and near infrared (NIR) bands, meeting the basic criteria for urban analysis¹⁶.

Regarding the topic (iii) Image Processing, the atmospheric correction and band compositions were made, being produced a true color image (Bands 3, 2 and 1) and a false color image (Bands 3, 2, 1 and 4)¹⁷, in which a pansharpening processing was made. The two images resulted from the band composition allowed the visual interpretation of color, shadow and the differentiation among urban forms, the panchromatic image based the interpretation of the elements size, texture, pattern and shape, whilst the combined analysis of the three images helped to analyze the site, situation and association. This topic was developed aiming an analogical image classification of the two compositions, true and false colors.

In the topic (iv) Visual Parameters and Interpretation Key the visual elements, their variations and the composition considered were defined (Table 1) and the interpretation key was settled¹⁸. The interpretation and analogic classification of the final image assumed that the characteristics of certain types of LULC follow trends that can be observed in visual elements. This provided a basis for the development of interpretation keys, through which the classification process is less subjective and more precise.

Lastly, in (v) Classification System, the spatial scale was set to 1:10.000, and the urban LULC classification system was finished. The classes nomenclature was adapted from systems already mentioned by the specialized literature¹⁹, being produced a classification system with two levels of detail (Table 2) and fixed the definition of each class (Table 3), aiming an analogical image classification.

⁸ Massey, 2004. Lamas, 2010.

⁹ Riegel et al., 2019.

¹⁰ Huang et al., 2018.

¹¹ Anderson et al., 1979. Heymann, 1994. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2013.

¹² Novo, 2008. Jensen, 2008. Meneses & Almeida, 2012.

¹³ Rogan & Chen, 2004. Ribeiro & Kux, 2009. Rashed & Jurgens, 2014.

¹⁴ Massey, 2004.

¹⁵ Santos, 1993, 95.

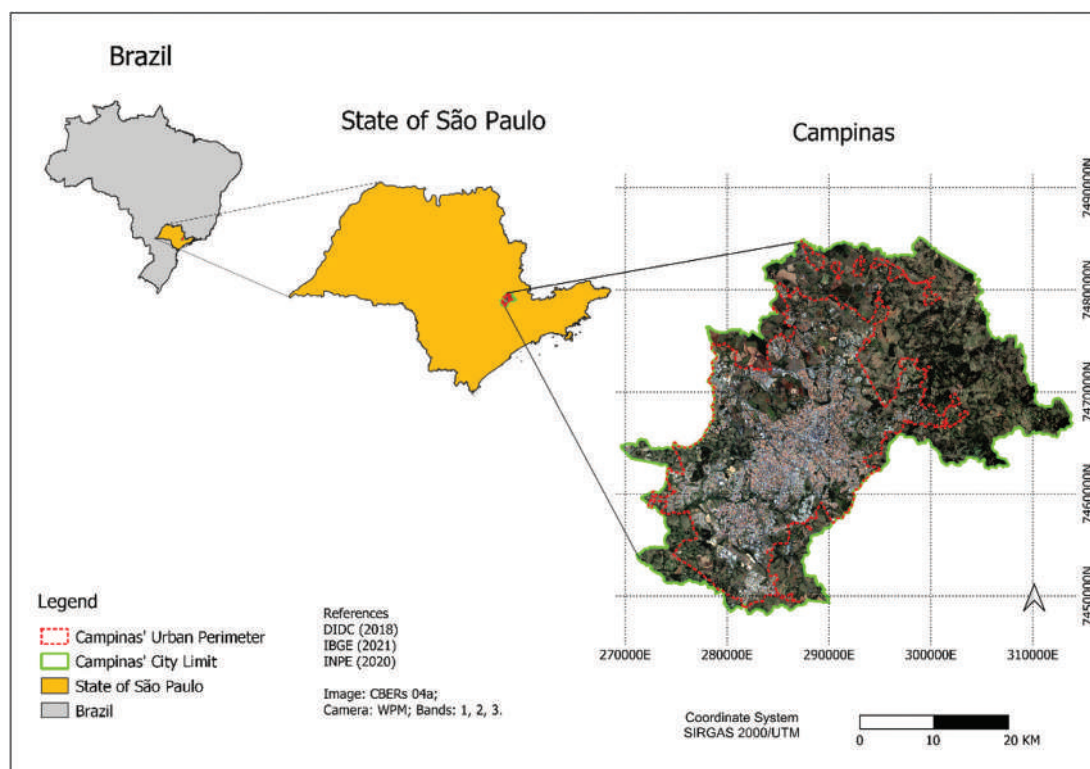
¹⁶ Rogan & Chen, 2004, 307.

¹⁷ Crosta, 1992.

¹⁸ Araújo, 2015, 51.

¹⁹ Anderson et al., 1979.

Figure 1. City of Campinas Location Map



Source: Elaborated by the Authors.

Table 1. Visual Elements, their Variations, and Compositions for Interpretation

Visual Element	Composition	Variations
Color	RGB and RGB + NIR	Definition of colors according to those in greater quantity in the objects, varying according to RGB and RGB + NIR compositions.
Size	Panromatic	Very Small, Small, Medium and Large
Texture	Panromatic	Smooth, Coarse, Intermediate and Mixed
Pattern	Panromatic	Random and Sistematic
Shape	Panromatic	Dotted, Linear, Retangular, Square, Triangular, Circular and Amorphous
Shadow	Panromatic	With (Yes) or Without Shadow (No)
Site, Situation and Association	RGB, RGB + NIR and Panromatic	Description and relationship of the object's physical characteristics with the scene and its surroundings. As an example, a mining area is associated with extensive exposed soil, surrounded by access roads, small administrative structures, and specific machinery (such as tractors and large extraction machines).

Source: Adapted from Jensen (2008).

Table 2. Proposed Classes and Levels

Level I	Level II
1. Urban Area	1.1 Agricultural Urban Area
	1.2 Commercial and Services in Medium Lots
	1.3 Commercial and Services in Large Lots
	1.4 Industrial
	1.5 Mining
	1.6 Vertical Residential in Private Lot
	1.7 Vertical Residential in Private Condominium
	1.8 Informal Residential Lots
	1.9 Horizontal Residential in Private Lot
	1.10 Horizontal Residential in Private Condominium
	1.11 Road Network
	1.12 Airport
	1.13 Cemetery
	1.14 Urban Equipment
	1.15 Vacant Lot
	1.16 Vegetal Cover
	1.17 Water Bodies

Source: Elaborated by the authors.

Table 3. Definition of the Proposed Classes

1. Urban surfaces, containing mostly buildings, structures, interventions, or anthropic uses.	
1.1	Areas destined to the cultivation of vegetables, fruits, grains, and other inputs, located in the urban limit.
1.2	Structures built to sell products and offer services, located on lots of up to 2 hectares, such as markets, hotels, services of the financial, administrative and construction sectors, schools, medium-sized, pharmacies and related forms.
1.3	Structures built to sell products and offer services, located on lots larger than 2 hectares, corresponding to large centers such as shopping malls, universities, hospitals, supermarkets and related forms.
1.4	Areas with a concentration of industrial activities, such as processing (mechanical, chemical and thermal) and manufacturing (assembly of automobiles, ships, heavy machinery, manufacturing and electronics).
1.5	Area with a concentration of extractive industrial activities, such as open pit, underground and dam mining.
1.6	Residential units structured vertically, with three or more floors; residential buildings distributed in private lots, located in blocks.
1.7	Residential units structured vertically, with three or more floors; residential buildings distributed in private condominiums.
1.8	Informal residential; informal lots, slums, and squatters.
1.9	Residential units in individual private lots, structured horizontally, with up to two floors; small, medium, and large houses, distributed in blocks or areas with road access.
1.10	Residential units in private condominiums, structured horizontally, with up to two floors; small, medium, and large houses.
1.11	Transportation network, such as highways, railways, avenues and streets.
1.12	Area related to airports and its structures, such as airstrips, aircrafts garages, and parking.
1.13	Area related to cemeteries and its structures, such as tombs and administrative structures.
1.14	Recreational areas, destined to include the population in the urban space and green areas; recreational structures, such as parks, squares and gardens.
1.15	Lots without human construction, private or public, with a predominance of exposed soil or low vegetation.
1.16	Areas with vegetation located in urban areas; conservation areas, swamps and large shrub concentrations.
1.17	Water bodies, such as lakes, rivers, oceans and glaciers.

Source: Elaborated by the authors.

The Urban Land and The Remote Sensors

The urban space has a fragmented and articulated aspect, the reorganization made by hegemonic agents and the consequent ascent of a diverse array of LULC types fragments the space, but its individual parts are still connected, being codependent to one another, creating the articulated spectrum²⁰. In this scene, the urban space is a social determinant and an expression of the capitalist interests, thereby the contemporary city becomes a complex arena of conflicts, housing disputes for the same space, among divergent multiplicities²¹.

This conflicting space demands interferences and the urban planning must answer them through planning instruments and methodologies, among which the analysis of LULC is one of the main tools, as it gathers information about the distribution of urban forms,

provides mathematical data about the urban array, and others, supporting a critical analysis of the space. The use of remote sensing for urban planning purposes have grown in the past years, the technological advancements enable the use of remote data to a more adequate planning, that embraces the space's multiplicities and realities²².









The great range of classification systems verified currently cannot grasp the complexity of the urban array, approaching it in a plain and indirect way, diminishing vital information for the urban planning. There are systems developed to classify the urban space, but they have very specific goals, aiming local or regional analysis, and have no cohesion when evaluated altogether, making them unable for broader applications. As an example, the system developed to analyze the Brazilian city of Nova Hamburgo, aiming at a more sustainable urban planning, making this a vital contribution on a local scale, but not holding possibility of

²⁰ Corrêa, 1989, 7.

²¹ Lefebvre, 2006, 70.









²² Massey, 2004. Barreto, Silva & Cassol, 2016, 298.

Table 4. Urban Land Use and Land Cover Classification System

Classes	Visual Elements							CODE	Color of Representation (RGB)	
	Color		Size	Texture	Pattern	Shape	Shadow			Site, Situation and Association
	RGB	RGB NIR								
Urban Area	Brown and Green	X	Medium or Large	Smooth	Systematic	Linear, Oval or Square	No	Presence of exposed soil and areas for cultivation, located in peripheral areas of the urban limit.	1.1	 C5E0B4
Commercial and Services in Medium Lots	Brown, Grey and White	Brown, Grey and White	Medium	Intermediate	Systematic	Rectangular	Yes	Alike structures, in an area of easy access, usually larger than surrounding houses and with different roofing materials	1.2	 C00000
Commercial and Services in Large Lots	Grey and White	Brown and Grey	Large	Intermediate	Systematic	Circular, Elliptical, Rectangular or Square	Yes	Large shopping or service areas, with different structures, large parking and easy access.	1.3	 FC9E9E
Industrial	Grey and White	Grey and White	Large	Varied	Random	Rectangular	Yes	Large areas, with large and spaced infrastructures, parking lot and close to residential areas.	1.4	 94888D
Mining	Brown and Grey	Dark Brown and Light Blue	Large	Coarse	Random	Amorphous	Yes	Areas of exposed soil arranged in levels (excavation), with small establishments at its limits, usually with visible machinery. Located in peripheral areas of the urban limit.	1.5	 000000
Vertical Residential in Private Lot	Grey	Black and Dark Blue	Medium	Coarse	Systematic	Square	Yes	Tall buildings with large shadows, located in blocks divided by road networks. Allocated in blocks, with heterogeneous roofs.	1.6	 FFC000
Vertical Residential in Private Condominium	Grey and Orange	Black and Dark Blue	Medium	Intermediate	Systematic	Rectangular or Square	Yes	Groups of buildings in an area surrounded by walls, with a unified entrance. Buildings that follow the same structural and roof pattern.	1.7	 BF9000
Informal Residential Lots	Light Brown and Grey	Black, Blue and White	Small	Coarse	Random	Amorphous	No	Small lots in peripheral areas, with the predominance of unpaved roads and gray roofs (as seen in the true color image)	1.8	 FFE699

(continued)

Table 4. Urban Land Use and Land Cover Classification System (continued)

Classes	Visual Elements							CODE	Color of Representation (RGB)	
	Color		Size	Texture	Pattern	Shape	Shadow			Site, Situation and Association
	RGB	NIR								
Horizontal Residential in Private Lot	Orange	Blue	Small	Coarse	Systematic	Linear or Rectangular	No	Set of houses distributed in blocks and divided by road network.	1.9	 A9D18E
Horizontal Residential in Private Condominium	Orange and White	Blue and White	Small	Varied	Random	Linear or Rectangular	No	A set of houses, spaced out in an area delimited by walls, with a unified entrance and paved roads.	1.10	 70AD47
Road Network	Grey	✗	Medium	Smooth	Systematic	Linear or Rectangular	No	Concrete laid out in well-defined linear areas, or linear exposed soil.	1.11	 D9D9D9
Airport	Grey and White	Blue, Grey and White	Large	Varied	Systematic	Rectangular	Yes	Large structures, usually arranged next to a large runway, easily accessible and with planes in the area.	1.12	 7030A0
Cemetery	Brown or Green	Blue and White	Very small	Coarse	Systematic	Dotted	No	Area with undergrowth vegetation or exposed soil, with very small objects and few establishments.	1.13	 C28ABA
Urban Equipment	Green and White	Black and White	Medium or Large	Varied	Random	Random	Yes	Green parks in the urban area, with lakes, walking paths and small establishments.	1.14	416529
Vacant Lot	Brown and Green		Varied	Intermediate	Systematic	Rectangular or Square	No	Surfaces that break with the pattern of their surroundings, with access by road network, covered by low vegetation or exposed soil.	1.15	 FFFFFF
Vegetal Cover	Green	✗	Varied	Coarse	Random	Amorphous	Yes	Surfaces with vegetation, without a defined distribution pattern and absence of buildings in their area.	1.16	 00B050
Water Bodies	Dark Green or Black	✗	Varied	Smooth	Random	Amorphous	No	Smooth surfaces, surrounded by vegetation or exposed soil.	1.17	 0070C0

Source: Elaborated by the authors.

applications on other scenarios, since it considers a specific urban space, and not the visual elements of the urban morphology²³.

The development of classification systems for a local purpose has the goal to highlight a specific morphology, whilst the ones aiming broader goals, diminish important information for urban planning. A resolution for this issue would be a system with more detailed classes, as the one proposed by NASA and USGS²⁴ but this raises other challenges since the high level of details cannot be evidenced in most multispectral remote sensing images²⁵.

Thus, there is a demand for a classification system based on a level of detail that follows the advances and limitations of open access remote sensing data. In view of these considerations, Table 4 presents the proposal for a LULC classification system, with the 17 proposed classes, the visual elements that represent each class, the numbering code and the representation color of each class (with the respective RGB code). This system is initially developed for precise analogical classifications, with further analysis required for digital classification, considering the diverse range of algorithms available and how the 17 proposed classes can be classified using automatic or semi-automatic techniques.

Final Considerations

Since the start of the Brazilian urbanization process, the production of the urban space follows hegemonic guidelines, which organizes the space to sustain the demands of capitalism, directly or indirectly. One of the most relevant methodologies to the study and planning of urban space is the classification LULC, as it raises important data to support urban planning. Considering this, the proposal for a classification methodology of the urban LULC arises, to support the gathering of information and to provide a basis for a new way to perceive the complexity of the contemporary globalized city, through remote sensing.

The system proposed here presented two levels of detail, considered sufficient for an analogical classification, in which the visual elements of remote sensing images were described according to the respective

classes of use and occupation. Furthermore, the system should be tested with digital classification techniques, applying different algorithms, assessing the accuracy within the 17 classes.

A city with a high population density, such as Campinas, would be an ideal space for further analysis on digital classification techniques, given its complex urban array that exhibits distinct morphologies. On the other hand, the application of this system in other municipalities is also necessary, to evaluate how the proposed classes are distributed, determine if they are sufficient for classifying other urban patterns, and identify potential other urban LULC classes.

Like the other systems mentioned, the one proposed does not encompass all the plurality of morphologies in each class, requiring a third level of detail for this. There may be exceptions regarding urban forms that do not fit the description of visual elements, but this was expected, since the classification is based on generalization, made in small doses in this work. Thus, the most abundant elements of each class are the ones necessary to support an efficient classification system and, as for exceptions, collateral information is necessary, so that they are correctly identified.

The analysis and results obtained demonstrate the potential that remote sensing has, allowing to highlight socio-spatial issues that permeate the studies of geography and urban planning. The system proposed here is effective at the scale of detail aimed, with the possibility of expanding to another level of detail, which would require collateral information in addition to the remote sensing images. In this way, it is concluded that the classification based on visual elements is effective up to a certain level, considering that the more detailed the classification, the more collateral information would be needed. Finally, it is worth mentioning that the use of automated techniques for mapping and classifying the LULC is a well-founded methodology, especially when considering the technological advances of remote sensing systems, which allow more accuracy in distinguishing between objects in the urban space.

References

Anderson, J.; Hardy, E.; Roach, J. & Witmer, R. 1979: *Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remoto*. Rio de Janeiro (Brasil), SUPREN.

²³ Riegel et al., 2019, 380.

²⁴ Anderson et al., 1979, 32.

²⁵ Herold & Roberts, 2014.

- Araújo, A. S.** 2015: *Cobertura da terra intraurbana para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília / SP Cobertura da terra intraurbana para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília / SP*, dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).
- Barreto, J. R.; Silva, L. F. & Cassol, R.** 2016: "A Aplicação das Geotecnologias na Fundamentação de um Planejamento Urbano". *Anais do XI Colóquio Internacional Sobre Comércio e Consumo Urbano*, 6 (5), 298-306.
- Chowdhury, P. R.; Bhaduria, B. & McKee, J.** 2018: "Estimating urban areas: New insights from very high-resolution human settlement data". *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 10 (2018), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.rsa-se.2018.03.002>
- Corrêa, R. L.** 1989: *O Espaço Urbano*. São Paulo (Brasil), Ática.
- Crosta, Á. P.** 1992: *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Campinas (Brasil), Unicamp.
- Herold, M. & Roberts, D.** 2014: "The Spectral Dimension in Urban Remote Sensing", Rashed, Tarek; Jürgens, Carsten. *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. London (England), Springer, 67-84.
- Heymann, Y.** 1994: *CORINE land cover: Technical guide*. Luxemburgo, European Comissions.
- Huang, B.; Zhao, B. & Yimeng, S.** 2018: "Urban land-use mapping using a deep convolutional neural network with high spatial resolution multispectral remote sensing imagery". *Remote Sensing of the Environment*, 214, 73-86. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.04.050>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** 2013: *Manual Técnico de Uso da Terra*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE.
- Jensen, J.** 2008: *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres*. São José dos Campos (Brasil), Parentese.
- Lamas, J. R. G.** 2010: *Morfologia urbana e desenvolvimento da cidade*. Lisboa (Portugal), Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lefebvre, H.** 2006: *A Produção do Espaço*. United Kingdom, Blackwell.
- Massey, D.** 2004: *Pelo Espaço: uma nova política da espacialidade*. São Paulo (Brasil), Bertrand.
- Matias, L. F.** 2003: "Sistemas de Informação Geográfica (SIG): ainda a questão do método". *GEOSP – Espaço e Tempo*, 13, 21-33. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2003.123791>
- Meneses, P. R. & Almeida, T.** 2012: *Introdução ao processamento de imagem de sensoriamento remoto*. Brasília (Brasil), CNPq/UNB.
- Novo, H. L.** 2008: *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. São Paulo (Brasil), Blucher.
- Rashed, T. & Jürgens, C.** 2014: *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. London (England), Springer.
- Ribeiro, B. M. G. & Kux, H. J. H.** 2009: "Classificação Orientada a Objeto para Mapeamento do Uso do Solo – Métodos de Análise de Expansão Urbana". *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 7893-7900.
- Riegel, R. P.; Alves, D. D.; Birlém, L. E.; Roque, D. C.; Oliveira, G. G.; Haetinger, C.; Osório, D. M. M.; Rodrigues, M. A. S.; & Quevedo, D. M.** 2019: "Classificação do Uso e Ocupação do Solo com Ênfase em Áreas Urbanas". *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 42 (3), 377-386. https://doi.org/10.11137/2019_3_377_386
- Rogan, J. & Chen, D.** 2004: "Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change". *Progress in Planning*, 61 (4), 301-325. [https://doi.org/10.1016/S0305-9006\(03\)00066-7](https://doi.org/10.1016/S0305-9006(03)00066-7)
- Santos, M.** 1993: *A Urbanização Brasileira*. São Paulo (Brasil), Hucitec.
- Santos, M.** 2013: *Técnica, Espaço e Tempo: Globalização e Meio Técnico-Científico Informacional*. São Paulo (Brasil), Edusp.
- Santos, M.; Souza, M. A. & Silveira, M. L.** 1998: *Território: Globalização e Fragmentação*. São Paulo (Brasil), Hucitec.
- Souza, C.; Shimbo, J.; Rosa, M.; Parente, L.; Alencar, A.; Rudorff, B.; Hasenack, H.; Matsumoto, M.; Ferreira, L.; Souza-Filho, P.; Oliveira, S.; Rocha, W.; Fonseca, A.; Marques, C.; Diniz, C.; Costa, D.; Monteiro, D.; Rosa, E.; Vélez-Martin, E.; Weber, E.; Benti, F.; Paternost, F.; Pareyn, F.; Siqueira, J.; Vieira, J.; Neto, L. F.; Saraiva, M.; Sales, M.; Salgado, M.; Vasconcelos, R.; Galano, S.; Mesquita, V. & Azevedo, T.** 2020: "Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine". *Remote Sensing*, 12 (17), 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- Sposito, M. E. B.** 2000: *Capitalismo e Urbanização*. São Paulo (Brasil), Contexto.
- Suzigan, W.** 1988: "Estado e Industrialização no Brasil". *Revista de Economia Política*, 8 (4), 5-16.
- Villaça, F.** 1978: *Uso do Solo Urbano*. São Paulo (Brasil), Fundação Faria Lima.



As transformações socioespaciais e a apropriação territorial da região de Ipeúna, estado de São Paulo, Brasil¹

Transformaciones socioespaciales y la apropiación territorial de la región Ipeúna, estado de São Paulo, Brasil

Mara Lúcia Scotton de Carvalho

Escola Superior de Tecnologia e Educação de Rio Claro
IGCE/UNESP – Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro/SP/Brasil
ligiascotton22@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-2753-7249

Información del artículo

Recibido: 26/07/2022

Revisado: 19/04/2023

Aceptado: 04/05/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7307

RESUMO

Analisa as transformações socioespaciais e a apropriação territorial da região que abrange o município de Ipeúna e áreas próximas às divisas com seus municípios limítrofes. Estabelece como recorte temporal o período compreendido entre os séculos XVII e XX. Busca respostas para identificar os principais agentes que atuaram no processo de ocupação e na fragmentação do território dessa região. Identifica, compreende e analisa as transformações ocorridas após a constituição dos primeiros caminhos, as terras doadas e acompanha os processos de compra e venda sucedidos por meio dos primeiros registros oficiais de seus desmembramentos; em paralelo contextualizam-se os agentes que ocasionaram a organização desse espaço. O estudo emprega como ferramentas a documentação primária, o embasamento teórico, o relato oral, a iconografia e material cartográfico. Contribui para diminuir as lacunas existentes na historiografia do início da ocupação territorial da região de Ipeúna com o intuito de registrar e fundamentar uma história que ainda não foi escrita.

PALAVRAS-CHAVE: Apropriação Territorial, Ipeúna/SP/Brasil, Transformações, Caminhos, Organização do Espaço.

RESUMEN

Analizan las transformaciones socioespaciales y la apropiación territorial de la región que abarca el municipio de Ipeúna y zonas próximas a los límites con sus municipios limítrofes. Establece como marco temporal el periodo comprendido entre los siglos XVII y XX. Busca respuestas para identificar los principales agentes que actuaron en el proceso de ocupación y en la fragmentación del territorio de esta región. Identifica, comprende y analiza las transformaciones que se produjeron tras la constitución de los primeros caminos, las tierras donadas y sigue los procesos de compraventa que tuvieron lugar a través de los primeros registros oficiales de su desmembración; paralelamente, contextualiza los agentes que provocaron la organización de este espacio. El estudio utiliza como herramientas la documentación primaria, la base teórica, el informe oral, la iconografía y el material cartográfico. Contribuye a reducir

¹ Texto elaborado a partir dos resultados da pesquisa para a dissertação de mestrado intitulada "Caminhos e trajetórias: Uma retrospectiva histórica da formação territorial de Ipeúna/SP", sob orientação da Profa. Dra. Darlene Aparecida de Oliveira Ferreira. IGCE/UNESP – Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Programa de Pós Graduação em Geografia. Bairro Bela Vista, Campus de Rio Claro/SP/Brasil.

las lagunas existentes en la historiografía de la ocupación territorial temprana de la región de Ipeúna con el fin de registrar y fundamentar una historia que aún no se ha escrito.

PALABRAS CLAVE: Apropiación Territorial, Ipeúna/SP/Brasil, Transformaciones, Caminos, Organización Espacial.

Socio-spatial transformations and territorial appropriation of Ipeúna, state of São Paulo, Brazil region

ABSTRACT

It analyzes the socio-spatial transformations and the territorial appropriation of the region that encompasses the municipality of Ipeúna and areas near the borders with its bordering municipalities. It establishes the period between the 17th and 20th centuries as a temporal cutout. It searches for answers to identify the main agents that acted in the occupation process and in the fragmentation of the territory of this region. It identifies, understands and analyzes the transformations that occurred after the constitution of the first roads, the donated lands, and follows the buying and selling processes that took place through the first official records of their dismemberment; in parallel, it contextualizes the agents that caused the organization of this space. The study uses as tools primary documentation, the theoretical basis, oral reports, iconography, and cartographic material. It contributes to diminish the existing gaps in the historiography of the beginning of the territorial occupation of the Ipeúna region, with the purpose of registering and substantiating a history that has not yet been written.

KEYWORDS: Territorial Appropriation, Ipeúna/SP/Brazil, Transformations, Paths, Space Organization.

Transformations socio-spatiales et appropriation territoriale de la région Ipeúna, état de São Paulo, Brésil

RÉSUMÉ

Elle analyse les transformations socio-spatiales et l'appropriation territoriale de la région qui englobe la municipalité d'Ipeúna et les zones proches des frontières avec ses municipalités limitrophes. Il établit comme cadre

temporel la période entre le 17^e et le 20^e siècle. Elle cherche des réponses pour identifier les principaux agents qui ont agi dans le processus d'occupation et dans la fragmentation du territoire de cette région. Il identifie, comprend et analyse les transformations qui ont eu lieu après la constitution des premières routes, les terres données et suit les processus d'achat et de vente qui ont eu lieu à travers les premiers enregistrements officiels de leur démembrement; en parallèle, il contextualise les agents qui ont provoqué l'organisation de cet espace. L'étude utilise comme outils la documentation primaire, la base théorique, le rapport oral, l'iconographie et le matériel cartographique. Il contribue à réduire les lacunes existantes dans l'historiographie de l'occupation territoriale précoce de la région d'Ipeúna afin d'enregistrer et de justifier une histoire qui n'a pas encore été écrite.

MOTS-CLÉS: Appropriation Territoriale, Ipeúna/SP/Brésil, Transformations, Chemins, Organisation Spatiale.

Trasformazioni socio-spaziali e appropriazione territoriale del regione Ipeúna, stato di São Paulo, Brasile

RIASSUNTO

Analizza le trasformazioni socio-spaziali e l'appropriazione territoriale della regione che comprende il comune di Ipeúna e le aree vicine ai confini con i comuni confinanti. Stabilisce come arco temporale il periodo compreso tra il XVII e il XX secolo. Cerca risposte per identificare i principali agenti che hanno agito nel processo di occupazione e nella frammentazione del territorio di questa regione. Individua, comprende e analizza le trasformazioni avvenute dopo la costituzione delle prime strade, le terre donate e segue i processi di compravendita che hanno avuto luogo attraverso i primi documenti ufficiali del loro smembramento; parallelamente, contestualizza gli agenti che hanno causato l'organizzazione di questo spazio. Lo studio utilizza come strumenti la documentazione primaria, le basi teoriche, la relazione orale, l'iconografia e il materiale cartografico. Contribuisce a ridurre le lacune esistenti nella storiografia della prima occupazione territoriale della regione di Ipeúna, al fine di registrare e corroborare una storia che non è ancora stata scritta.

PAROLE CHIAVE: Appropriazione Territoriale, Ipeúna/SP/Brasile, Trasformazioni, Percorsi, Organizzazione Spaziale.

Introdução

Este artigo se ocupa em discutir a história, as conexões do processo de ocupação e o desenvolvimento territorial da região do município de Ipeúna, sendo este um pequeno município do interior do estado de São Paulo, com aproximadamente 7.687 habitantes² (Figura 1).

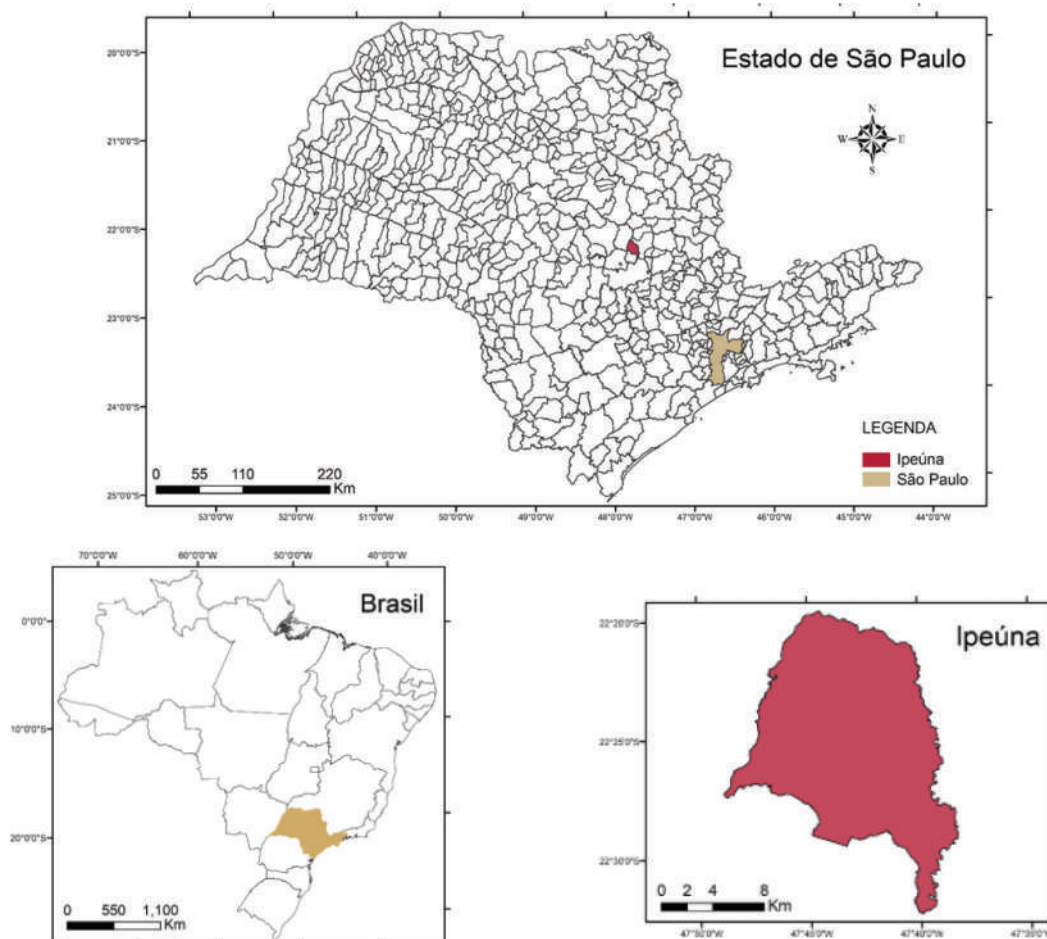
O recorte espacial também engloba os territórios próximos às divisas com os municípios limítrofes de Piracicaba, Rio Claro, Itirapina e Charqueada, com enfoque para as regiões próximas aos rios Corumbataí, Passa Cinco e Cabeça³. Esses rios servem de marco geográfico

para delimitar as terras do município de Ipeúna com os municípios de Rio Claro, Itirapina e Piracicaba, e a região próxima ao ribeirão Vermelho, o qual se delimita com o território do município de Charqueada (Figura 2).

A escolha por Ipeúna dentre todos os municípios da região se deu por conta do município ainda não ter sua história fundamentada, tendo como um dos propósitos trazer à luz dos presentes fatos que ajudem a interpretar os elementos de um percurso histórico até então sem registros fiéis para sua comprovação.

Tem como objetivo geral, compreender o início e a consolidação da apropriação territorial e ocupação da

Figura 1. Mapa com a localização de Ipeúna e os municípios limítrofes no estado de São Paulo/Brasil

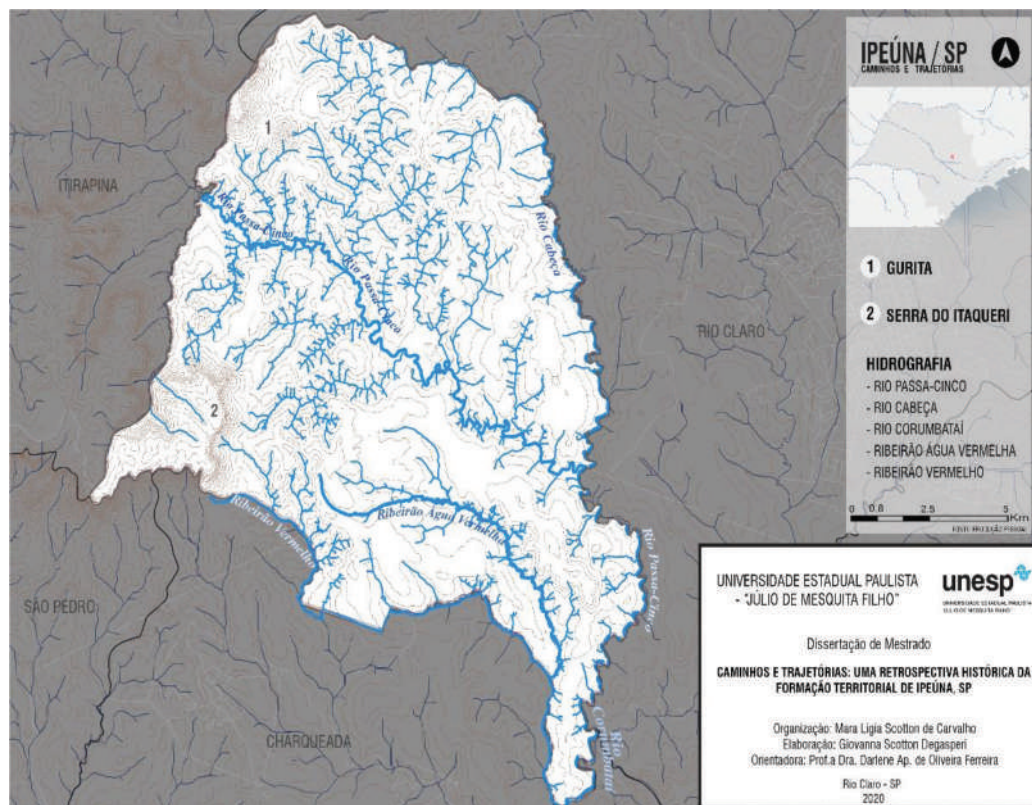


Fonte: Organizado pela autora, com base em mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE, elaborado e produzido por Giovanna Scotton Degasperri, 2020. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/ipeuna.html>

² População estimada para o censo de 2020. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ipeuna/panorama>

³ A título de esclarecimento, todos os rios citados na pesquisa passam pelo território de Ipeúna e próximo a eles se desenvolveram as primeiras apropriações territoriais do município.

Figura 2. Mapa com a hidrografia do município de Ipeúna/SP



Fonte: Organizado pela autora, com base no mapa de hidrografia elaborado pelo Núcleo de Estudos Agrários. NEA/UNESP, 2019.

região do município de Ipeúna, bem como investigar os vários agentes envolvidos no seu processo de povoamento, a partir da compreensão de sua relação com seu contexto local e regional.

Paralelamente, analisar a contextualização histórica da região de Ipeúna, dentro do recorte temporal estabelecido. Compreender as transformações ocorridas após a constituição dos primeiros caminhos, identificar as primeiras sesmarias, e a partir delas, apreender as fragmentações ocorridas a partir dos registros oficiais das primeiras vendas dessas porções de terras por meio de análises de documentação cartorária e paroquial advindas desses desmembramentos.

Como recorte temporal foi estabelecido o período compreendido entre meados do século XVII até início do século XX⁴. Em suma, o resgate proposto contribuiu para identificar agentes históricos, sociais, econômicos, políticos, culturais e geográficos que atuaram em seu processo de ocupação e na fragmentação de seu

território, ocorridos mais expressivamente entre os séculos XVIII e XIX.

A metodologia aplicada foi permeada pela abordagem qualitativa, que empregou como ferramentas a documentação primária, o embasamento teórico, o relato oral, os materiais de memorialistas, a iconografia e a confecção de material cartográfico. Esses métodos ofereceram base para apreender a espacialidade e o processo de organização territorial ocorridos nessa região, bem como ilustrar as propriedades do passado identificando-as em mapas atuais, para melhor entendimento de suas localizações; e também entender como os fatores históricos, sociais, econômicos, políticos e culturais foram responsáveis pelas transformações ocorridas na região de Ipeúna.

Sobre os relatos orais, estes foram colhidos sem a preocupação da organização de um roteiro. Em sua maioria, as entrevistas foram realizadas com antigos moradores de Ipeúna que se dispuseram a rememorar fatos passados relacionados ao início da formação do município. As informações colhidas traziam fatos sobre o cotidiano dos primeiros moradores, a localização das primeiras propriedades, os acontecimentos políticos, a

⁴ Com relação ao recorte temporal, estabeleceu-se o ano de 1650 como início do período delimitado, por ser a data do registro da primeira propriedade em que consta a passagem do caminho que vinha de São Paulo e passava pela região do município de Ipeúna. Dorizotto, 2008, 27.

chegada dos primeiros imigrantes, enfim, foram depoimentos ricos em detalhes que ajudaram a dar o início investigativo em busca de documentos que pudessem fundamentar os fatos narrados. Nesse sentido, utilizou-se a metodologia de análise cruzada das informações coletadas nas entrevistas, no qual evidenciou-se diferentes pontos de vista baseados nos relatos das experiências sociais vividas pelos entrevistados, em sua maioria representados por moradores mais velhos⁵.

Os trabalhos de Machado⁶, de memorialistas⁷ como dos senhores Idajar Martins e Pedro Ferreira também forneceram importantes relatos sobre a história local, da dinâmica processual e sua transformação, com o compartilhamento de suas vivências e experiências. Foram utilizadas também fotografias antigas da coleção da biblioteca municipal de Ipeúna, estas serviram de gatilhos nas entrevistas para que os entrevistados rememorassem fatos e episódios ocorridos no cotidiano da formação do município.

A base teórica para as entrevistas foi seguida de acordo com os princípios de Thompson⁸, no qual destaca que a história oral é construída em torno de pessoas, portanto, evidencia o valor do passado lembrado, podendo proporcionar informações significativas, muitas vezes únicas, que tem o poder de transmitir características de uma época e avaliar o significado subjetivo da história a longo prazo⁹.

Desse modo, a avaliação do material proveniente de fonte oral deve considerar a sua coerência interna, a comparação das informações com outras fontes e também deixar claro que os fatos narrados confrontados com documentos são evidências dos acontecimentos em estado bruto, não produzem o fato histórico e não tem voz por si só. A entrevista deve ser interpretada e analisada de um modo mais sensível e racional, sem que haja um apego às informações e aos fatos.

Algumas questões primárias serviram de impulso e nortearam as análises deste estudo, e as principais

indagações foram: Quem foram os primeiros moradores dessa região? O que buscavam? Como que a região se desenvolveu a partir dos primeiros caminhos? Foram esses caminhos que motivaram a formação do pequeno povoado?

O ponto de partida se constituiu na reunião de toda a documentação primária, na qual foi possível identificar os elementos que integraram, essencialmente, a fase da ocupação territorial, seu consequente povoamento, e entender todo o processo desde o início de sua formação até as sucessivas divisões ocorridas na ocasião. Conseguiu-se recuperar 200 anos de história, por meio desses documentos, o que ajudou a entender e, especialmente, compreender todas as fases importantes ocorridas nas transformações desse território.

Os documentos primários aprofundaram e fundamentaram o processo investigativo, integrando um cabedal de informações que se somou às fundamentações teóricas e a história oral. No que se refere à análise de dados, Correa¹⁰ apresenta alguns pontos fundamentais para uma correta interpretação desses documentos. Nas palavras do autor, deve-se ter cuidado com aspectos fragmentados de algumas bases de dados, em especial as que apresentam escritas à mão, com linguagem difícil e anacrônica, ou que estejam em mau estado de conservação. No caso desta pesquisa, quando esses documentos geraram lacunas, dificuldades interpretativas e inconsistências, optou-se por deixar especificada uma observação sobre a informação incoerente.

O enfoque maior da busca documental primária foram os cartórios de notas e registros de imóveis, inicialmente no município de Rio Claro, depois nos cartórios de Itu e Piracicaba, e também no Fórum da comarca de Rio Claro, os quais desvelaram informações dos primeiros proprietários e a localização das propriedades, por meio das respectivas cartas de sesmarias e escrituras das propriedades. Esses documentos trouxeram relevantes informações que serviram para confirmar o percurso do caminho de Luiz Pedroso pela região que abrange o território onde está inserido o município de Ipeúna.

Em suma, as escrituras públicas são documentos valiosos para o levantamento de dados de uma pesquisa histórica, sendo que trazem pistas dos acontecimentos passados, e de como uma determinada sociedade se comportava com relação às legislações da época. Nesses cartórios foi possível encontrar uma gama variada de assuntos presentes em escrituras de compra e venda, procurações, e cartas de doação de sesmarias.

⁵ Thompson, 1998.

⁶ Machado, 2004.

⁷ As obras memorialistas consultadas consistem em relatos de antigos moradores, colhidos pelos autores citados, que narram fatos, histórias e depoimentos das transformações ocorridas em todo território do município de Ipeúna. Foram transcritos de maneira simples em cadernos escritos à mão. Consistem, portanto, em documentos não oficiais por não terem sido produzidos de modo metódico segundo as regras de publicações acadêmicas. O senhor Idajar Martins produziu no ano de 1999 o trabalho intitulado "A história que o povo conta" e "Ipeúna 40 anos". E o senhor Pedro Ferreira produziu em 1965 uma coletânea de contos, história e poesias, que serviram de base para.

⁸ Thompson, 1998, 21.

⁹ Thompson, 1998.

¹⁰ Correa, 2018, 27.

No que tange à documentação primária a partir do século XVIII, é importante salientar que existe uma lacuna documental e bibliográfica muito grande, tanto de trabalhos acadêmicos como em fontes secundárias que dizem respeito às propriedades e à ocupação territorial paulista entre os períodos do século XVII e XVIII, e há grande dificuldade no acesso aos cartórios e órgãos públicos para se realizar pesquisas documentais referentes a esse período. Esse foi um desafio enfrentado, mas mesmo diante de toda dificuldade se conseguiu reunir grande número de documentos para análises e comparações.

O relato dos métodos empregados no cruzamento de informações por meio da montagem de um banco de dados foi fundamental para melhor compreensão do desenrolar da pesquisa. O ponto de partida foi estabelecer o caminho inverso dos nomes dos proprietários das principais propriedades de Ipeúna, ou seja, buscou-se por informações dos proprietários atuais, e a partir desses nomes desdobraram-se buscas aprofundadas, em períodos mais antigos, de toda a documentação produzida e ainda existente.

Ao pesquisar essa documentação primária, algumas informações inéditas vieram à tona, tais como outras denominações para a região que abrange o município de Ipeúna. Até então essa região, inicialmente conhecida como Campos de Araraquara, ao passar para a jurisdição de Piracicaba se tornou conhecida como Bairro do Corumbataí Acima. Essa informação aparece nos primeiros levantamentos e recenseamentos realizados para essa localidade a partir de 1772, no qual conveniou-se chamar às terras desbravadas próximas ao rio Corumbataí, de bairro Corumbataí Acima.

Nos documentos datados a partir do século XVIII encontrou-se as denominações de Bairro Passa Cinco, para as propriedades próximas ao rio Passa Cinco, e Água Vermelha, para as que estavam próximas ao ribeirão Água Vermelha, na divisa com o município de Charqueada. As terras mais ao norte, próximas à divisa com o município de Rio Claro, denominavam-se inicialmente como “Bairro do Cabeça”, por se localizarem próximas ao rio do Cabeça, que posteriormente ficou conhecido como “Bairro dos Pereiras”.

No que se refere aos caminhos e ao povoamento dos Campos de Araraquara, buscaram-se contribuições nos trabalhos desenvolvidos por Balestrini Filho (1969), Benincasa (2014), Dorizotto (2008, 2017), Dean (1977), Neme (1969, 1974), que permitiram elucidar e responder a questionamentos levantados durante a pesquisa. Outros autores que deram importantes aportes para essa primeira fase foram Diniz (1973), Garcia (2001) e

Machado (2004), uma vez que discutiram o processo de ocupação com as doações das sesmarias, concomitantemente com o início das pequenas formações urbanas dos municípios de Rio Claro e Ipeúna.

Diante do exposto, vale reiterar que este trabalho proporcionou melhor entendimento e maior conhecimento sobre a história regional e seus personagens, contribuindo para que essa história não permanecesse somente na memória dos antigos moradores, fornecendo subsídios para que futuras gerações a conheçam e a perpetuem.

Em busca das origens: o início da apropriação territorial da região de Ipeúna/SP

Este estudo se inicia buscando se orientar no tempo e no espaço para fundamentar e interpretar as origens da formação territorial da região onde o município de Ipeúna está inserido, contextualizando os fatos, para fazer entender que tudo começou em meados do século XVII. Naquele período, essa localidade denominava-se Campos de Aracoara¹¹, ou Sertão de Araraquara, que compreendia a área desde a margem direita do rio Piracicaba, até os limites do norte e oeste do estado de São Paulo.

A região dos Campos de Araraquara (Figura 3), mais especificamente onde o município de Ipeúna está inserido passou por diversas jurisdições até ser criado o Distrito de Paz em Santa Cruz da Invernada no ano de 1894, primeira nomeação desse território, conforme demonstrado no Quadro 1.

Anterior ao século XVIII, a região dos Campos de Araraquara era considerada fronteira natural, devido a sua localização ser próxima à borda interna da Depressão Periférica Paulista¹². Destaca Neme¹³ que Aracoara

¹¹ Conforme denominação indígena, o nome “Araraquara”, em tupi-guarani, é formado por dois radicais: “ará” significa dia, e “coara”, toca ou morada, buraco. Juntos significariam morada do sol ou do dia. Essa é a versão mais aceita, porém, há uma outra, que diz que os radicais usados seriam “arara”, que significa arara, a ave, e “coara”, morada, buraco; que resultaria em buraco ou toca das araras. Também consta que os índios denominados Guaianases, eram moradores da região, chamavam-na de “aracoara” ou morada do sol, pois acreditavam que como o sol nascia atrás dessa escarpa, ali seria sua morada. Benincasa, 2014, 44-45.

¹² O relevo do estado de São Paulo é formado, a partir do Leste, por uma faixa de terras mais altas, seguida por uma área rebaixada e aplanada, tradicionalmente conhecida como Depressão Periférica Paulista, e por um conjunto de terras mais ou menos uniformes, aplanadas e altas, que cobrem quase todo o interior do Estado. Valente, 2001.

¹³ Neme, 1974, 75.

Figura 3. Região dos Campos de Araraquara, em destaque o município de Ipeúna/SP



Fonte: organizado pela autora, com base em mapa do Google Earth, elaborado e produzido por Giovanna Scotton Degasperri, 2020.

Quadro 1. Divisões jurídico administrativas referentes às terras onde o município de Ipeúna/SP está inserido

Divisões Jurídico Administrativas – Campos de Araraquara / Ipeúna	
Até 1797	Pertenceu ao município de Itu
De 1797 a 1822	Porto Feliz
De 1822 a 1842	Piracicaba
De 1842 a 1845	Limeira
De 1845 a 1894	São João Batista de Rio Claro
Em 1894	Criado Distrito de Paz de Santa Cruz da Invernada

Fonte: elaborado por Carvalho, 2020.

ou Araraquara também foi o primitivo nome da Serra de São Pedro e do Itaqueri (Figura 3), que representava o limite distante das terras já conhecidas no território da Capitania de São Paulo. As terras além dessa serra eram denominadas sertões, ou seja, terras ainda não desbravadas.

Das pesquisas realizadas foi possível depreender, também, que os paulistas, em geral, seguiam pelo rio Tietê até a bacia do Paraná, navegando em grandes comboios uma vez por ano. Mas, para evitar as febres

dos pântanos, muitas tropas seguiam por terra desde a cachoeira do rio Piracicaba, encontrando a cerca de 30 quilômetros ao norte uma passagem mais baixa e erodida, entre os morros denominados de Morro da Gurita, que se localiza em terras do atual município de Ipeúna e o Morro Pelado, em terras do atual município de Itirapina¹⁴, conforme destacados na Figura 3.

Pode-se dizer que as trilhas iniciadas pelos indígenas trouxeram até a região dos sertões paulistas seus primeiros moradores, e serviram de base para a construção de outros caminhos utilizados para a circulação de sertanistas e de mercadorias entre a então Capitania de São Paulo até as recém-descobertas minas de Mato Grosso (1718) e Goiás (1725), caminhos estes que cruzavam a região dos Campos de Araraquara.

Ainda com relação aos caminhos¹⁵, por volta de 1606, existia uma rota terrestre denominada Caminho Geral, que saía da Vila de São Paulo, passava pelo povoado de Santana de Parnaíba e seguia em direção ao sertão. Em 1610, o referido caminho atingiu a recente povoação

¹⁴ Dean, 1977, 21.

¹⁵ Neme, 1969, 35.

de Itu¹⁶ e, mais adiante, o porto de Ararituaba, hoje Porto Feliz (1650)¹⁷. Naquele mesmo ano, a rota denominada “Caminho Geral” aproximou-se da incipiente povoação de Capivari e, por volta de 1693, alcançou a região de Piracicaba, até chegar aos Campos de Araraquara.

Para continuar a penetração para o interior, do trecho terrestre de Itu partia um ramal em direção ao sertão denominado Estrada Velha para o sertão dos Bilreiros¹⁸. Com relação às terras que se estendiam às margens desse caminho, desde antes de 1650, já havia a presença de posseiros, sitiante e sertanejos, nas imediações entre Capivari até a região onde se localiza o salto do rio Piracicaba¹⁹.

A chamada Estrada dos Bilreiros não foi a única a servir como base para novos caminhos a partir da Capitania de São Paulo. Outros traçados indígenas corroboraram como vias de locomoção nos campos e matas, alicerçando as ramificações da capital paulista aos sertões mais longínquos, ainda inexplorados.

Desse modo, vale assinalar que os governos de Rodrigo Cezar de Menezes (1721-1728) e de Morgado de Mateus²⁰ (1765-1775) foram significativos para o desenvolvimento da região dos Campos de Araraquara. Por intermédio de Rodrigo César de Menezes, iniciou-se em 1723 a construção do caminho que liga a região de Piracicaba até as minas de Cuiabá, o que tornou essa região mais acessível e despertou maior interesse para as concessões de sesmarias²¹.

Com a gradual ocupação desse território, foi possível perceber que as intenções de Portugal estavam

voltadas não somente para o controle de quem iria possuir terras nesses locais, como também ao incentivo de novos descobrimentos auríferos, à organização do abastecimento interno e, substancialmente, à proteção de espaços já conquistados. Nessa conjuntura, em 24 de julho de 1766 Antônio Correa Barbosa é nomeado pelo governador Morgado de Mateus como povoador, com a função de fundar novos núcleos de povoação. Antônio Correa Barbosa fundou a povoação junto ao Salto do rio Piracicaba²².

Do exposto até aqui, entende-se que muitos foram os fatores responsáveis pela ocupação da região de Piracicaba e dos Campos de Araraquara, mas o principal deles foi o acesso obtido por meio dos caminhos, começando com a velha trilha dos indígenas denominados de Bilreiros, que trouxeram os primeiros sertanistas para explorar o sertão ainda desconhecido. Com os boatos de que poderia existir ouro nos morros de Araraquara, e a descoberta do ouro nas regiões mais centrais da colônia, a velha trilha foi dando lugar a outros caminhos que foram se ramificando, permitindo que, ao longo deles, novas áreas fossem desbravadas, valorizadas e ocupadas²³.

Assim, o povoamento do interior paulista avançava. A circulação de pessoas, os tropeiros e bandeirantes, aumentaram as paradas ao longo dos caminhos. O percurso era planejado antecipadamente, já se conhecendo os locais certos para cada parada. Esses pousos constituíam-se de ranchos, fazendas, ou até mesmo uma paragem de comércio onde os viajantes e tropeiros encontravam alimentos e alojamentos para si e para suas tropas. Inúmeros povoados se formaram ao longo dos caminhos percorridos pelas tropas por meio da rota de pousos²⁴.

No que tange à organização jurídico-administrativa dos povoados que passaram a existir, é fundamental situar que, inicialmente, a região que compreendia Piracicaba pertencia a Itu e, por alguns anos, toda essa região dos Campos de Araraquara esteve sujeita a duas jurisdições, havendo também territórios que pertenciam a Porto Feliz. É importante evidenciar que as terras do atual município de Ipeúna, em 1818, localizavam-se na região denominada bairro Corumbataí Acima. Esse nome fazia alusão às fazendas, pequenos povoados e posses já estabelecidas e mais afastadas da

¹⁶ Com relação ao município de Itu, em 1610 foi erigida uma capela, havendo já um pequeno povoado; em 1644, foi elevado a Capela Curada; em 1653, elevado a Freguesia; em 1657, elevado a Vila; em 1811, elevado a cabeça de Comarca e, em 1842, elevado a município. Dorizotto, 2017.

¹⁷ Em 20 de dezembro de 1797, Ararituaba foi elevada à categoria de Vila, mudando sua denominação para Porto Feliz. Na ocasião, ainda pertencia à comarca da Vila de Itu, sendo desmembrada em 31 de outubro de 1797.

¹⁸ Os Bilreiros eram índios também eram conhecidos como Caiapós, e viviam na vasta região que se estendia a noroeste da vila de São Paulo, ao norte de Cuiabá e a leste e norte de Goiás. Dorizotto, 2008, 27.

¹⁹ Neme, 1974.

²⁰ Morgado de Mateus nos dez anos de seu governo, foi um incentivador da agricultura com o emprego do arado, da adubação com esterco animal e com a criação das feiras livres para venda direta dos produtos para a população. Defendeu a substituição do trabalho escravo nas lavouras, e era contra a derrubada e queima indiscriminada de matas. Buscou reunir os povoados dispersos fomentando a distribuição de pequenas glebas de terras para os agricultores próximas às vilas. Estabeleceu a fundição de ferro para fabricação de ferramentas e armas. Introduziu o censo anual dos moradores das propriedades rurais e os levantamentos cartográficos da capitania. Fundou e apoiou a criação de novos aglomerados humanos como o de Piracicaba. Dorizotto, 2008, 83.

²¹ Balestrini Filho, 1969.

²² Dorizotto, 2008.

²³ Carvalho, 2021, 52. Dorizotto, 2008. Neme, 1974.

²⁴ Carvalho, 2021, 54. Belotto, 2010. Holanda, 1976.

então Freguesia de Piracicaba, que tinham como referência geográfica o rio Corumbataí²⁵.

Com relação à ocupação dos territórios próximos às divisas do município de Ipeúna com Piracicaba, sobretudo na região dos rios Corumbataí e rio Passa Cinco, foi possível identificar que existia um grande número de posseiros, especificamente nos primeiros quilômetros do rio Corumbataí, a partir de sua foz, seguindo o caminho utilizado pelos paulistas, chegando até a região de Ipeúna. Por ocasião dos rumores do ouro, aumentou a especulação para aquisição de terras na localidade²⁶.

Por meio das análises nos documentos primários referentes às ocupações de terras da região de Ipeúna, se chegou à conclusão de que para sustentar o desbravamento do sertão, a partir de Piracicaba, foi concedido pelo governo um grande número de sesmarias nos Campos de Araraquara, tendo como pontos de referência o rio Piracicaba, o rio Corumbataí e o Morro de Araraquara (Serra de São Pedro e do Itaqueri). A primeira doação nessa região ocorreu em 1782, e as demais tornaram-se mais expressivas entre os anos de 1817 e 1821, garantindo, assim, a posse e ocupação do território e seu cultivo efetivo.

Outrossim, elucida-se que a região onde se localizava o povoado de Ipeúna, a partir do ano de 1853 foi anexada à Vila de São João Batista de Rio Claro²⁷, conforme Lei Provincial no. 04, determinando a marcação de suas divisas territoriais, sendo então denominada como bairro Passa Cinco. São João Batista de Rio Claro ocupava a posição de “boca de sertão”, local de comércio ativo, onde muitos tropeiros paravam para pernoitar e abastecer as tropas antes de prosseguir a viagem para as minas.

Dessa forma, se entende que desde meados do século XVII, data mais longínqua de onde este estudo teve seu ponto de partida, foram necessários quase dois séculos para que a localidade de Ipeúna começasse a ganhar identidade. Com este estudo, buscou-se recontar as transformações ocorridas na paisagem da região, objetivando compreender como aconteceram as fragmentações de seu espaço por conta de vários ciclos econômicos ocorridos durante todo o recorte temporal estabelecido para esta pesquisa, interpretando essa inter-relação entre passado e presente, por meio da reorganização de seu território ocorrido ao longo do tempo.

Sendo assim, evidencia-se que, a partir da primeira trilha constatada, ainda antes de 1650, os caminhos se ramificaram e trouxeram mudanças tanto no contexto econômico, geográfico como também no aspecto da ocupação territorial, permitindo que ao longo deles áreas fossem sendo gradativamente ocupadas, formando pequenos povoados, como vale reiterar, ser o caso de Ipeúna.

Frente ao que foi exposto, assinala-se que os primeiros moradores chegaram até a região dos Campos de Araraquara primeiramente pelo picadão de Luiz Pedroso de Barros em 1723. A procura gradativa por terras sobre essas paragens se intensificaram, também por conta da busca por ouro nos Campos de Araraquara, dada a importância que o referido picadão teve na história do povoamento como sendo a primeira interferência do homem sobre essa região.

As transformações socioespaciais ocorridas na região do município de Ipeúna/SP a partir do século XVIII

Após a descoberta do ouro na região de Mato Grosso, em 1718, muitos foram os interessados em desbravar os sertões, intencionando traçar um caminho por terra para descomplicar a viagem fluvial até a região das minas. Foi a partir de 1723, com o início da utilização do caminho construído por Luiz Pedroso de Barros²⁸ que, efetivamente, intensificou-se o movimento de ocupação da região dos Campos de Araraquara.

²⁵ O rio Corumbataí é um afluente do rio Piracicaba, fazem parte da bacia do rio Corumbataí as sub-bacias do Alto Corumbataí (31.802 ha), do Médio Corumbataí (29.317 ha), do Baixo Corumbataí (28.725 ha), do Ribeirão Claro (28.175 ha) e do Passa Cinco (52.758 ha). A sub-bacia hidrográfica do rio Passa Cinco, compreende os municípios de Itirapina (24.976,76 ha), Ipeúna (14.245,21 ha), Rio Claro (7.423,03 ha) e Corumbataí (6.099,44 ha). A área do município de Ipeúna é de 19.001,00 ha., o que corresponde a 11,18% da área da Bacia do Rio Corumbataí e a 36,01% da área da sub-bacia do rio Passa Cinco. Valente, 2001.

²⁶ Dorizotto, 2008, 83.

²⁷ Sobre São João Batista de Rio Claro, em 10 de junho de 1827 o pequeno povoado foi elevado à categoria de Capela Curada, a localidade nesse momento chamava-se bairro da Capela de São João Batista de Rio Claro e sua capela atendia pelo nome de Capela de São João Batista do Ribeirão Claro; pelo decreto imperial de 09 de dezembro de 1830, foi elevada à categoria de Freguesia com a criação do distrito de São João Batista de Rio Claro, ainda pertencendo ao município de Piracicaba; em 1845, foi elevada a Vila de São João do Rio Claro; em 1857, foi elevada à categoria de Cidade, seu território pertencia inicialmente a Constituição (Piracicaba) até 1842, quando foi anexada ao território de Limeira, pertencendo a este até 1857. Obteve a denominação de Rio Claro somente em 20 de dezembro de 1905, conforme lei estadual no. 975. Penteado, 1978, 22.

²⁸ Luiz Pedroso de Barros, também conhecido como Luiz Pedroso Castanho, filho de Lourenço Castanho Taques, “o Moço”, e Maria de Araújo, teve seu reconhecimento com a participação da luta contra os emboabas. Herdara dos pais e avós a riqueza e, também, a vocação e a essência dos bandeirantes. Casou-se com Agostinha Rodrigues, e faleceu em 1760 sem deixar herdeiros. Documentos Interessantes para a História e Costumes de São Paulo, 1901, 83.

Sobre o percurso do picadão de Luiz Pedroso, constata-se que este atravessava de ponta a ponta os Campos de Araraquara, sendo seus morros, na época da abertura do caminho, já bastante conhecidos pelos exploradores, possivelmente por conta das trilhas indígenas previamente existentes nos sertões a partir do rio Piracicaba; o autor considera também que Luiz Pedroso de Barros foi o primeiro explorador dessa regio²⁹.

Acerca da trajetória nas terras do município de Ipeúna, seguiu-se as pistas encontradas na carta de doao da sesmaria de Joaquim Antônio de Carvalho, da qual se originou o sítio Invernada. Tanto a carta de doao como a escritura do referido sítio fazem meno ao picadão de Luiz Pedroso, no ano de 1723, e também da estrada melhorada por Antônio Correa Barbosa, a partir de 1770, de onde se derivaram outros caminhos por essa região. Após a passagem por terras onde se originou o município de Ipeúna, subiam margeando o rio Passa Cinco, com passagem entre a serra do Itaqueri e o morro da Gurita, em direo às terras do atual município de Itirapina.

Evidencia-se que a partir da primeira trilha constatada, ainda antes de 1650, os caminhos se ramificaram e trouxeram mudanças, tanto no contexto econmico e geográfico como, também, no aspecto da ocupao territorial, permitindo que ao longo deles áreas fossem sendo gradativamente ocupadas, formando pequenos povoados, como  o caso de Ipeúna.

Vale reiterar que a construo desses caminhos deu, certamente, o impulso inicial para que ocorresse a integrao da região dos Campos de Araraquara aos interesses mercantis da metrópole portuguesa. Além dos caminhos, outro fator que colaborou com a valorizao das terras, nessa região, foram os boatos que poderia existir ouro nos morros de Araraquara, o que tornou essa localidade alvo de interesse para a aquisio de terras.

As sesmarias doadas para a região dos Campos de Araraquara foram as sesmarias do Corumbataí e do Morro Azul que, além de privilegiarem a ocupao, serviram também para a vigilância e o auxílio ao tráfego do caminho, favorecendo o aproveitamento das terras devolutas, parcelando a grande propriedade e beneficiando a agricultura³⁰.

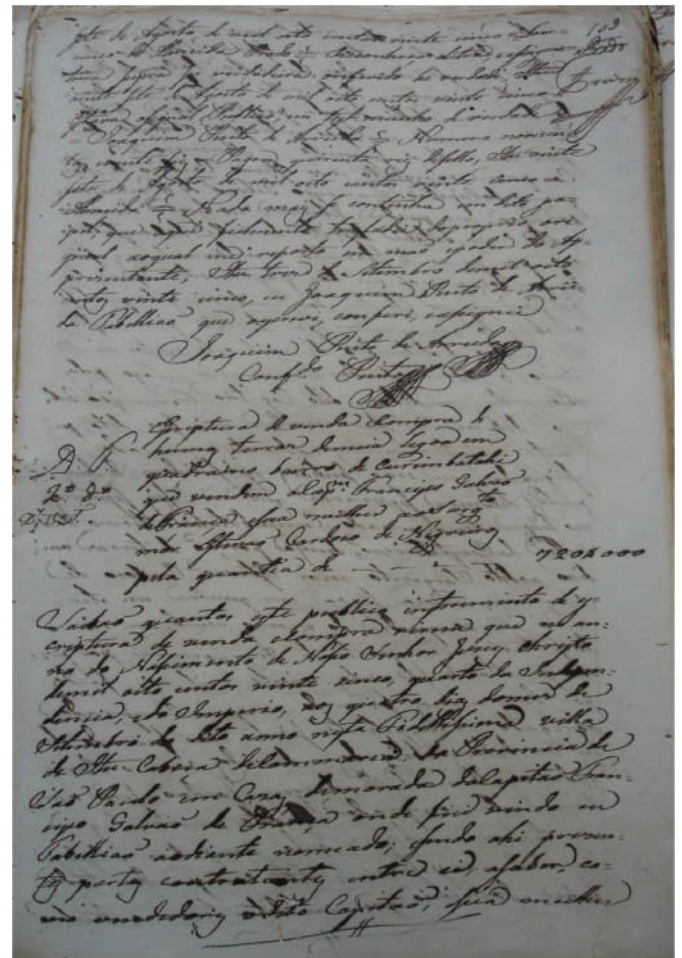
Frente a tais assertivas, elucida-se que as sesmarias da região dos Campos de Araraquara foram vendidas

em glebas, transformaram-se em fazendas, e ao longo do tempo se desmembraram em pequenos sítios. Essa informao se comprova por meio das escrituras encontradas nos Cartórios de 1. e 2. Ofício de Piracicaba, que desvelaram os processos de retalhamento das grandes glebas das sesmarias.

A fazenda Quilombo foi a primeira propriedade a ser desmembrada da sesmaria de Francisco Galvão de França. Na escritura, que data de 04 de setembro de 1825³¹, constava que Estevão Cardoso de Negreiros comprou do capitão mor Francisco Galvão de França “uma terra de meia légua em quadrado no bairro de Corumbataí”, ou seja, 3.300 metros quadrados (Figura 4).

As pistas coletadas nesses documentos auxiliaram na formao de um banco de dados com os nomes dos

Figura 4. Escritura de venda e compra da fazenda Quilombo



Fonte: Museu Republicano Conveno de Itu. 1. Cartório de Itu, livro 25, 100v. 1825.

²⁹ Balestrini Filho, 1969, 99.

³⁰ Carvalho, 2021, 128.

³¹ Escritura consultada no Museu Republicano Conveno de Itu, expedida pelo 1. Cartório de Itu, livro 25 f. 100v.

primeiros proprietários de terras do município de Ipeúna. Com base nessas informações, se foi descobrindo aos poucos onde as propriedades se localizavam. Em alguns casos, não foram encontradas as datas precisas das propriedades, mas com os nomes que apareciam como confrontantes foi possível identificar e localizar com segurança a maioria delas.

O bairro Corumbataí acima e bairro Passa Cinco e a trajetória do povoado de Santa Cruz da Invernada

A partir da primeira doação de sesmarias para a região do rio Corumbataí, ocorrida em 1795, aos poucos o espaço antes tido como devoluto deu lugar a propriedades que consolidaram o desenvolvimento econômico, inicialmente com a implantação da lavoura canavieira.

No que se refere à denominação dos bairros que pertenciam à jurisdição de Piracicaba, nos primeiros levantamentos e recenseamentos realizados para essa localidade a partir de 1772, convencionou-se chamar às terras desbravadas próximas ao rio Corumbataí, de bairro Corumbataí sendo as terras próximas a Piracicaba e bairro Corumbataí Acima, compreendia os pequenos povoados, fazendas e posses ao longo do rio Corumbataí. As terras que abrangiam o bairro Corumbataí Acima eram mais afastadas da povoação de Piracicaba, seguiam o rio Corumbataí, abrangendo as imediações onde hoje se encontram os municípios de Ipeúna, Charqueada e uma parte do município de Rio Claro³².

Sobre as denominações encontradas nos documentos analisados para o território de Ipeúna, desvelaram-se informações de propriedades localizadas no bairro Passa Cinco, ou seja, próximas ao rio Passa Cinco³³, sobretudo na região onde há o encontro das águas dos rios Passa Cinco e Corumbataí. O documento mais antigo encontrado, fazendo menção ao nome Passa Cinco, foi o primeiro registro de batismo emitido pela capela curada de São João Batista de Rio Claro, datado de 24 de junho de 1828, onde se diz que esses eram “moradores no Passa Cinco³⁴”.

Foram reveladas também denominações de propriedades localizadas na Água Vermelha, próximas ao ribeirão da Água Vermelha, estabelecidas na porção sul/sudoeste do município. E, ainda, propriedades situadas no bairro do Cabeça, próximas ao rio Cabeça, que se fixaram desde a porção sudeste até o norte, e que delimita os municípios de Ipeúna, Rio Claro e Itirapina. (Figura 5)

Portanto, isso comprova que as glebas eram preferencialmente demarcadas com base em córregos, rios e espigões, que além de servirem de referência geográfica para localização, agregavam valor à terra por favorecerem o desenvolvimento da agricultura e de pastagens. As regiões próximas aos rios Passa Cinco e Corumbataí chamavam a atenção daqueles que tinham a intenção de instalar engenhos em suas propriedades, além da abundância das águas oferecidas pelos rios, havia grandes áreas para pastagens de gados, terras férteis para o plantio da cana de açúcar e para as lavouras de subsistência.

Outrossim, além das qualidades descritas acima, soavam-se para a região os caminhos constituídos, mesmo que ainda precários para o período, que garantiam autonomia para o escoamento da produção agrícola. Todos esses fatores tornaram a localidade conhecida e bastante procurada, o que ocasionou a consequente valorização e manutenção da organização espacial instituída.

Sobre a agricultura praticada nas propriedades da região, esta primeiramente se desenvolveu com base na introdução da lavoura canavieira, principalmente a partir de 1817. A partir de 1850, o açúcar foi cedendo lugar para o café, aproveitando-se da estrutura e organização já existente da cultura canavieira. Outrossim, no que se refere à agricultura praticada por essas fazendas, Prado³⁵ descreve que a agricultura teve papel primordial na ocupação e exploração no interior paulista.

Para a região de Ipeúna, foram doadas as sesmarias de Francisco Galvão de França, em 07 de abril de 1816³⁶, e de Joaquim Antônio de Carvalho³⁷, em 10 de outubro de 1817, ambas pertencentes ao grupo das sesmarias do Corumbataí. O restante do território era compreendido por uma grande posse em nome de Manoel José Cabeça

³² Dorizotto, 2017, 47.

³³ Rio Passa Cinco é um importante afluente do Rio Corumbataí, que por sua vez é afluente do Rio Piracicaba; suas águas percorrem os municípios de Itirapina e todo o município de Ipeúna. As cabeceiras encontram-se na serra do Itaqueri, no município de Itirapina-SP, e deságua no Rio Corumbataí, no Distrito de Paraisolândia, pertencente ao município de Charqueada, SP. Carvalho, 2021, 170.

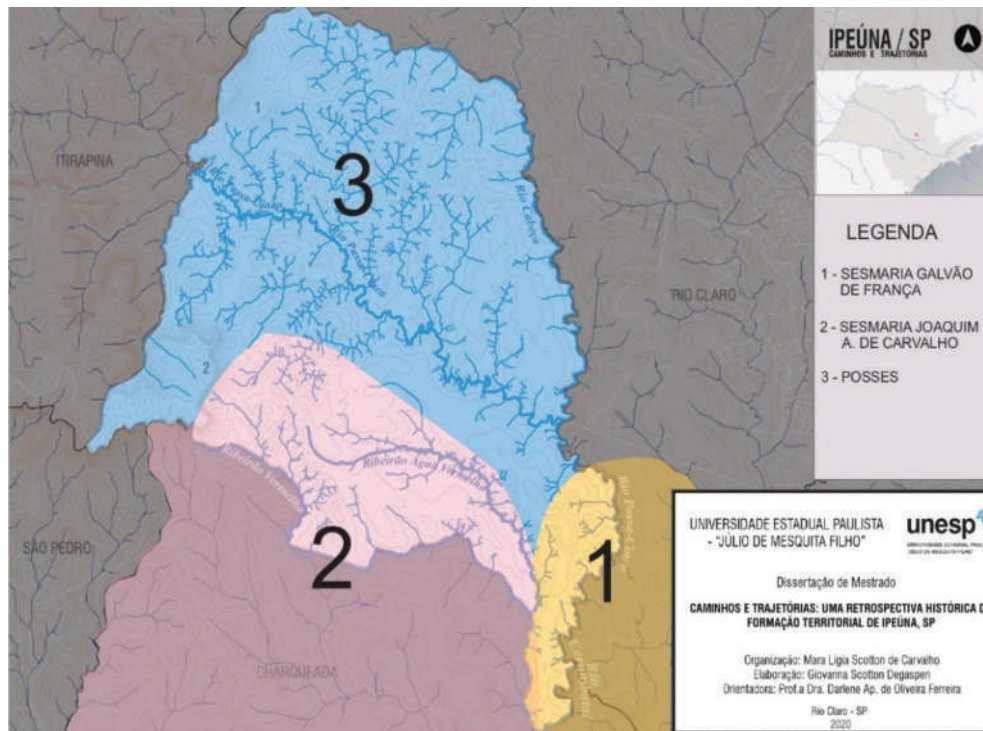
³⁴ Penteado, 1978, 44.

³⁵ Prado, 1977, 24.

³⁶ A sesmaria de Francisco Galvão de França era uma gleba extensa, que compreendia partes dos municípios de Piracicaba, Rio Claro, Charqueada e Ipeúna. Carvalho, 2021, 181.

³⁷ A sesmaria de Joaquim Antônio de Carvalho abrangia partes do município de Charqueada, e Ipeúna. Carvalho, 2021, 185.

Figura 5. Mapa com as três primeiras grandes propriedades no territ3rio de Ipeúna/SP



Fonte: Organizado por Carvalho, com base no mapa de hidrografia elaborado pelo Núcleo de Estudos Agrários, NEA/UNESP, 2019.

que foi legalizada com o nome de fazenda Ribeirão do Cabeça, por volta de 1839³⁸. De forma in3dita, descobriu-se que o rio que passa por essa região tem a denominao de rio Cabeça por conta do nome do proprietário dessa grande posse.

Pode-se dizer que foi a partir dos desmembramentos da sesmaria de Francisco Galvão de França que nasceram as primeiras propriedades do territ3rio de Ipeúna, localizadas pr3ximas ao encontro dos rios Corumbataí e Passa Cinco, onde se instalaram as primeiras fazendas produtoras de açúcar, que alavancaram a economia, trazendo progresso, desenvolvimento, e novos moradores para a região, o que aos poucos ia dando forma aos novos povoados de São João Batista do Rio Claro (hoje município de Rio Claro) e, posteriormente, de Santa Cruz da Invernada (hoje município de Ipeúna).

No que diz respeito aos desmembramentos da sesmaria de Joaquim Ant3nio de Carvalho, foram destacadas apenas as escrituras das propriedades que se localizavam no territ3rio de Ipeúna, pr3ximas ao ribeirão Vermelho. O desmembramento de maior relevância

para este estudo foi o ocorrido em 24 de fevereiro de 1840, no qual Anna Maria Caldeira, Francisca de Paula Caldeira (viúva de Joaquim Ant3nio De Carvalho), Gastão Caldeira Brant de Carvalho e sua mulher Umbelina Teresa Prestes, venderam para Tristão de Abreu Rangel, terras que “[...] cobrem o ribeirão da Charqueada [...]”³⁹, pelo que se conclui que essas terras ultrapassavam o ribeirão, alcançando terras localizadas dentro do territ3rio de Ipeúna.

A partir desse desmembramento, chegou-se  escritura de compra e venda realizada em 02 de agosto de 1852, segundo a qual João Baptista dos Santos vendeu para Ant3nio Pedrozo do Amaral⁴⁰, que efetuou o registro da propriedade com o nome de sítio Invernada, em 1856. Na transcrio, foram encontradas valiosas informaçoes. A primeira delas  a comprovao da passagem da estrada de Luiz Pedroso de Barros (Estrada velha) e tamb3m o caminho melhorado, de Ant3nio Correa Barbosa, pelo local; a segunda refere-se  constatao de

³⁸ Neme, 1974, 115.

³⁹ Escritura pesquisada no Museu Republicano Conveno de Itu, expedida pelo 1. Cart3rio de Itu, livro 36, 133-134.

⁴⁰ Conforme escritura de compra e venda expedida pelo Tabelião Público Judicial e Notas de São João Batista de Rio Claro, processo 43, 31-33, maço F-10, consultado no F3rum da Comarca de Rio Claro.

que essa propriedade derivava da sesmaria de Joaquim Antônio de Carvalho, precisamente da gleba vendida em 1840 para Tristão de Abreu Rangel; e a descrição das delimitações com os nomes dos confrontantes permitiu saber com exatidão a localização dessa propriedade no território hoje existente.

Principiam em huma porteira que se acha no caminho que vai para Raymundo e d'ahi a seguir huma picada que vai ter a ponta do espigão pelo lado direito dividindo com o mesmo Raymundo, e pelo mesmo espigão com o Doutor José Elias, José Luís e outros e deste ponto faz quadra a esquerda para hum pequeno espigão que fica em rumo da divisa do Cardozo como dito José Luís e outros até chegar em hum córrego, e sobe água acima até hum caminho velho, e dahi a rumo direito até huma baixada que existe na estrada velha mais perto do Cardoso, com quem divide e d'ahi faz quadra a direita pelo espigão, divisando com Vicente Barbosa e João Allemão até chegar a huma pedra branca que é poção da sesmaria do finado Joaquim Antônio de Carvalho por venda que fez a Tristão de Abreu Rangel [...] ⁴¹

No período em que foi registrada com o nome de sítio Invernada, essa propriedade estava localizada na vasta região que pertencia ao território de São João Batista de Rio Claro, nas proximidades da Serra do Itaqueiri, no bairro denominado Água Vermelha.

A história do sítio Invernada se mescla com a origem do povoado de Ipeúna, uma vez que este último se iniciou em terras do referido sítio. Ao continuar a narrativa da análise documental a partir da escritura de Anna Maria Caldeira para Tristão de Abreu Rangel de 24 de fevereiro de 1840, foi possível identificar que a propriedade foi posteriormente comprada por João Baptista dos Santos e sua mulher Francisca de Aguiar.

Os documentos pertencentes ao sítio Invernada se encontram anexados ao Processo de divisão e demarcação das terras do sítio Invernada, movido por Samuel Draesbach ⁴², em 25 de novembro de 1896. Nos volumes, foram localizados a escritura de compra e

venda da propriedade, os inventários de Antônio Pedrozo do Amaral, de sua esposa Anna Maria de Jesus, bem como os nomes dos herdeiros, que após o falecimento de seus pais foram vendendo a propriedade para diversos compradores, denominados no processo como condôminos.

Encontra-se também no processo um mapa com memorial descritivo, informando a metragem de 638,747 alqueires, bem como os nomes de todos os coproprietários que foram adquirindo as porções de terras vendidas pelos herdeiros. Importante notar que nesse mapa já se observava um arruamento composto de aproximadamente 14 quadras, quase todas ocupadas. Eram as primeiras ruas do povoado que se iniciava, já esquadrihadas em terras de propriedade do Sítio Invernada. (Figura 6).

Por meio de narrativas de antigos moradores, foi possível descobrir que antes mesmo do ano de 1850 já existia no povoado uma antiga e pequena capela de taipa, localizada à frente do local onde se encontra hoje a atual igreja matriz. Pode-se dizer que esse povoado começou a se formar na rota dos primeiros caminhos por onde os exploradores e tropeiros passavam e faziam pouso. No local de passagem construíram a capelinha, e à frente dela colocaram uma grande cruz de madeira. A cruz de madeira e as incipientes ruas dentro da propriedade do sítio Invernada foram a inspiração para denominar o lugar de Santa Cruz da Invernada, sendo esse o primeiro nome do município de Ipeúna.

Mais tarde, em 1897, a região teve o nome substituído para Distrito de Paz de Passa Cinco, em alusão ao rio que permeia a cidade. Não obstante, em 1906, mais uma vez, a denominação foi trocada para Ipojuca ⁴³ e, por fim, somente em 1944, passou a ser conhecida como Ipeúna ⁴⁴.

Cabe lembrar que por meio da lei no. 8.092, em 28 de fevereiro de 1964, Ipeúna foi elevada à categoria de município, desmembrando-se de Rio Claro com todas as autonomias, as quais viabilizaram, já em 1965, a realização da primeira eleição para o dia 07 de março, ocorrendo a posse no dia 21 de março do mesmo ano.

⁴¹ Conforme escritura de compra e venda expedida pelo Tabelião Público Judicial e Notas de São João Batista de Rio Claro, em 1852, que atualmente se encontra no processo 43, 31-33, maço F-10 no Fórum da Comarca de Rio Claro.

⁴² O Sr. Samuel Draesbach era natural de Wilkes-Barre, situado no Distrito de Luzerne, na Pensilvânia (Estados Unidos da América), possuía diversas propriedades no município de Ipeúna, não deixou herdeiros, e todas as suas propriedades foram doadas, segundo relatos do Sr. Pedro Ferreira. Machado, 2004.

⁴³ Conforme denominação indígena, o nome "Ipojuca", em língua tupi-guarani significa "água suja".

⁴⁴ Para o nome Ipeúna existe mais de uma interpretação, ou seja, explicação do seu significado. Foi encontrada uma escritura datada de 1856, da localidade, constando a descrição "pau de piúna", na busca pela definição da palavra "piúna" que, no dicionário, consta ser árvore silvestre com flores amarelas, mais conhecida como ipê. Na denominação tupi-guarani, se escreve "Ypê úna", que significa, ipê preto, ou seja, árvore de casca preta, que era encontrada em abundância pela região de Ipeúna, motivo pelo qual foi dado esse nome à cidade. Carvalho, 2021, 223.

Figura 6. Mapa do sítio Invernada



Fonte: processo de divisão e demarcao do sítio Invernada, 1896. Foto tirada pela autora no Museu Municipal de Ipeúna/SP, 2014.

Toda essa contextualizao teve por objetivo compreender como foi ocorrendo ao longo do período estabelecido como recorte temporal o início e a consolidao da apropriao fundiária, expondo os vários agentes envolvidos no seu processo de povoamento. Se percebe ao longo das análises apreendidas o quanto a região foi se moldando e transformando na medida em que fatores políticos e econmicos interferiram no seu desenvolvimento.

Consideraes finais

Ao longo das análises empreendidas e realizadas durante o período deste estudo, pôde-se perceber o quanto a região foi se transformando  medida em que era povoada. Compreendeu-se que os ciclos econmicos, políticos e sociais foram responsáveis por moldar e transformar a paisagem, até que se apresentasse como se pode v-la nos dias atuais.

Desse momento em diante, por conta da apropriao fundiária, inúmeras transformaes ocorreram na paisagem da região de Ipeúna. A começar pela primeira trilha constatada antes do século XVII, a partir dela, os caminhos se ramificaram e se constituíram numa teia

de comunicao, ligando vários pontos longínquos, e foram responsáveis por mudanças tanto no contexto econmico e geográfico como também no aspecto da ocupao territorial, permitindo que, especialmente ao longo deles, áreas ocupadas abrolhassem, como foi o caso de Ipeúna. Com os “caminhos”, chegaram os primeiros sesmeiros, e conseqüentemente a barreira natural, havida até então, começou a ser rompida.

Outra transformao foram as doaes das sesmarias para a região dos Campos de Araraquara. Por meio das investigaes nas cartas de sesmarias doadas foi possível identificar a evoluo da apropriao territorial, bem como pontuar e localizar as primeiras propriedades. Conseguiu-se rastrear documentos constantes de um período de quase duzentos anos, a partir das primeiras cartas de doao até as escrituras dos sucessivos desmembramentos ocorridos posteriormente. Para a região de Piracicaba e dos Campos de Araraquara, ao todo foram investigados 117 processos de sesmarias.

Essa criteriosa pesquisa desvelou que as doaes das sesmarias se deram em dois momentos cronológicos. As mais antigas, doadas ainda quando a região se denominava Campos de Araraquara, em meados do século XVIII, ocorreram por conta da procura de ouro,

sendo doadas especialmente para militares, como forma de melhor controle do sertão ainda inexplorado, já que grandes riquezas poderiam ser descobertas. Já as sesmarias doadas a partir do século XIX, estavam relacionadas à exploração agrícola, ao povoamento e urbanização nas partes vazias do território paulista, locais esses que deram origem aos municípios de Piracicaba, Rio Claro, Ipeúna, Charqueada e Itirapina.

É importante, pois, salientar a importância deste estudo que possibilitou conhecer, avaliar e localizar as sesmarias de Piracicaba, do Corumbataí e as do Morro Azul, trazendo para a atualidade dados inéditos sobre a apropriação territorial de boa parte do interior do estado de São Paulo, tendo como base os documentos primários, que por sua vez, são incontestáveis.

A análise dos documentos primários permitiu reconhecer, descrever e explicar essas transformações por meio das confrontações com o material dos memorialistas e a história oral; tais verificações, atreladas à metodologia de abordagem qualitativa, que foram realizadas conforme estão descritas na introdução deste artigo, permitiram chegar à conclusão de que é preciso ter o conhecimento histórico regional, para se atribuir importância ao conceito da transformação local.

No caso deste estudo, vale salientar que a coleta de dados, para compreender o início da apropriação territorial de Ipeúna, ocorreu com a análise cruzada da memória de seus antigos moradores com documentos primários, de acordo com os termos e as classificações de Thompson⁴⁵ o que nos possibilitou trazer à luz dos presentes, fatos que ajudaram a interpretar os elementos de um percurso histórico até então sem registros fiéis que o fundamentassem.

A reunião de todos esses elementos contribuiu para o entendimento das diferentes interfaces que ocasionaram as transformações de suas paisagens por inúmeras gerações, a partir da compreensão de sua relação com os acontecimentos não só locais, mas também regionais, abrangendo grande parte do interior paulista.

Por fim, entende-se que o passado não pode ser visto com o olhar do presente, mas com o olhar do passado, o que implica em compreender as práticas, leis e modelos da época em que esses documentos foram produzidos, e interpretá-los de acordo com as camadas de temporalidade.

Referências

- Balestrini Filho, J.** 1969: "O caminho de Luís Pedroso de Barros". *Revista do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo*, 66, 79-103.
- Belotto, H. L.** 2010: "Razões de Estado: a extinção e os primórdios da restauração da capitania de São Paulo 1748-1775", Nilo, Odália; Caldeira, João Ricardo de Castro (Coords). *História do Estado de São Paulo. A formação da unidade paulista*. São Paulo (Brasil), Editora Unesp, 105-133.
- Benincasa, V.** 2014: *Velhas fazendas - arquitetura e cotidiano nos Campos de Araraquara. 1830-1930*. São Carlos (Brasil), Editora da Universidade de São Carlos.
- Carvalho, M. L. S.** 2021: *Caminhos e trajetórias: Uma retrospectiva histórica da formação territorial de Ipeúna/São Paulo*, dissertação mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro (Brasil).
- Côrrea, R. L.** 2018: *Caminhos paralelos e entrecruzados*. São Paulo (Brasil), Editora Unesp.
- Dean, W.** 1977: *Rio Claro: Um sistema brasileiro de grande lavoura 1820-1920*. Rio de Janeiro (Brasil), Editora Paz e Terra.
- Diniz, D. M. de F. L.** 1973: *Rio Claro e o café, desenvolvimento, apogeu e crise (1850-1900)*, tese doutorado em História, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro (Brasil).
- Dorizotto, S.** 2008: *Os primórdios de Piracicaba: Informações, documentos, comentários e notas*. Piracicaba (Brasil), Editora do Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba.
- Dorizotto, S.** 2017: *O Bairro do Recreio*. Caxias do Sul (Brasil), Editora São Miguel.
- Fórum da Comarca de Rio Claro. 1896: "Processo de divisão e demarcação do sítio Invernada. Samuel Draesback". *Tabela Pública judicial e notas de São João Batista de Rio Claro (Brasil)*.
- Garcia, L. B. R.** 2001: *São João do Rio Claro, a aventura da colonização*, tese doutorado livre docência, Universidade Estadual Paulista UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro (Brasil).
- Holanda, S. B. de.** 1976: *Monções*. São Paulo (Brasil). Editora Alfa-Ômega.
- Machado, H. M. F. G.** 2004: *Uma História para Ipeúna*, dissertação de mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro (Brasil).
- Neme, M.** 1969: "Dois antigos caminhos de sertanistas de São Paulo". *Anais do Museu Paulista de São Paulo*, (Brasil), 23, 40.
- Neme, M.** 1974: *Apossamento do solo e evolução da propriedade rural na zona de Piracicaba*. São Paulo (Brasil). Edição do Fundo de Pesquisas do Museu Paulista da Universidade de São Paulo.

⁴⁵ Thompson, 1998.

Penteado, O. A. 1978: "Como nasceu e cresceu Rio Claro". *Rio Claro sesquicentenária*. São Paulo (Brasil), Imprensa Oficial do estado de São Paulo, (1), 16-71.

Prado Júnior, C. 1977: *Formação do Brasil contemporâneo: Colônia*. São Paulo (Brasil), Editora Brasiliense.

Thompson, P. 1998: *A voz do passado*. São Paulo (Brasil). Editora Paz e Terra.

Valente, R. O. A. 2001. *Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP*, dissertação de mestrado em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba (Brasil).

Application of spectral indexes in the evaluation of sediment input to the reservoirs of the Itumbiara and Batalha hydroelectric power plants (Brazil)

Aplicación de índices espectrales en la evaluación de la entrada de sedimentos a los embalses de las centrales hidroeléctricas Itumbiara y Batalha (Brasil)

Elías Vitor Rosa dos Santos

Federal University of Goiás
Goiânia, Goiás, Brazil
eliasvitor@discente.ufg.br

 ORCID: 0000-0002-8694-7902

Izaias de Souza Silva

State University of Goiás
São José dos Campos, São Paulo, Brazil
izaiasdesouzasilvaa@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-0977-2002

Diego Tarley Ferreira Nascimento

Federal University of Goiás
Goiânia, Goiás, Brazil
diego_nascimento@ufg.br

 ORCID: 0000-0002-0420-3636

Marta Pereira da Luz

Pontifical Catholic University of Goiás
Furnas Centrais Elétricas S.A.
Goiânia, Goiás, Brazil
marta.eng@pucgoias.edu.br

 ORCID: 0000-0002-5406-3299

Información del artículo

Recibido: 06/06/2022

Revisado: 18/04/2023

Aceptado: 27/04/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7205

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

ABSTRACT

In this work, two spectral indexes were implemented using Landsat images, the Normalized Difference Water Index (NDWI) for the delimitation of the water mirror and the Normalized Difference Turbidity Index (NDTI) to evaluate the sediment contribution to the reservoirs of the hydroelectric power plants Itumbiara and Batalha, located on the borders of the states of Goiás and Minas Gerais. The acquisition and processing were carried out in the Google Earth Engine platform and the post-processing in the QGIS software. The NDTI was applied to the reservoirs considering the variation in water level between the dry and rainy seasons in 2020. The highest concentration of turbidity in the Itumbiara reservoir occurred in September, and the lowest in June. August was the month with the highest turbidity concentration and July the lowest in the Batalha reservoir.

KEYWORDS: Sediment, Hydroelectric Power Plant, Remote Sensing, Turbidity.

RESUMEN

En este trabajo se implementaron dos índices espectrales utilizando imágenes Landsat, el Índice de Diferencia de Agua Normalizada (NDWI) para la delimitación del espejo de agua y el Índice de Turbidez de Diferencia Normalizada (NDTI) para evaluar el aporte de sedimentos a los embalses de las centrales hidroeléctricas Itumbiara y Batalha, ubicadas en los límites de los estados de Goiás y Minas Gerais. El NDTI se aplicó en los embalses considerando la variación del nivel del agua entre las épocas seca y lluviosa de 2020. La mayor concentración de turbiedad en el embalse de Itumbiara se presentó en septiembre y la menor en junio, siendo agosto el mes con mayor concentración de turbidez y julio con la menor en el embalse de Batalha.

PALABRAS CLAVE: Sedimento, Central Hidroeléctrica, Teledetección, Turbidez.

Aplicação de índices espectrais na avaliação do aporte de sedimento aos reservatórios das Usinas Hidrelétricas Itumbiara e Batalha (Brasil)

RESUMO

Neste trabalho foram implementados dois índices espectrais utilizando imagens Landsat, o Índice da Diferença Normalizada de Água (NDWI) para delimitação do espelho d'água e o Índice de Turbidez por Diferença Normalizada (NDTI) para avaliação do aporte de sedimentos aos reservatórios das Usinas Hidrelétricas Itumbiara e Batalha, localizadas nas divisas dos estados de Goiás e Minas Gerais. A aquisição e o processamento foram realizados na plataforma *Google Earth Engine* e o pós-processamento no software QGIS. O NDTI foi aplicado nos reservatórios considerando a variação do nível de água entre as estações seca e chuvosa de 2020. A maior concentração de turbidez no reservatório de Itumbiara se deu em setembro, e a menor em junho. Já no reservatório de Batalha, sendo agosto o mês com maior concentração de turbidez, e a menor em julho.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimento, Usina Hidrelétrica, Sensoriamento Remoto, Turbidez.

Application des indices spectraux dans l'évaluation de l'apport de sédiments dans les réservoirs des Centrales Hydroélectriques d'Itumbiara et de Batalha (Brésil)

RÉSUMÉ

Dans ce travail, deux indices spectraux ont été implémentés à l'aide d'images Landsat, le Normalized Difference Water Index (NDWI) pour la délimitation du miroir d'eau et le Normalized Difference Turbidity Index (NDTI) pour évaluer la contribution des sédiments aux réservoirs des centrales

hydroélectriques. Itumbiara et Batalha, situées aux confins des états de Goiás et Minas Gerais. Le NDTI a été appliqué dans les réservoirs en tenant compte de la variation du niveau d'eau entre les saisons sèche et pluvieuse de 2020. La plus forte concentration de turbidité dans le réservoir d'Itumbiara s'est produite en septembre et la plus faible en juin. Dans le réservoir de Batalha, août étant le mois avec la plus forte concentration de turbidité et la plus faible en juillet.

MOTS-CLÉ: Sédiment, Centrale Hydroélectrique, Télédétection, Turbidity.

Applicazione degli indici spettrali nella valutazione dell'immissione di sedimenti nei riserwi degli Impianti Idroelettrici di Itumbiara e Batalha (Brasile)

RIASUNTO

In questo lavoro sono stati implementati due indici spettrali utilizzando immagini Landsat, il Normalized Difference Water Index (NDWI) per la delimitazione dello specchio d'acqua e il Normalized Difference Turbidity Index (NDTI) per valutare il contributo dei sedimenti ai serbatoi delle Centrali Idroelettriche Itumbiara e Batalha, situate ai confini degli stati di Goiás e Minas Gerais. L'acquisizione e l'elaborazione sono state effettuate nella piattaforma *Google Earth Engine* e la post-elaborazione nel QGIS. L'NDTI è stato applicato nei bacini considerando la variazione del livello dell'acqua tra la stagione secca e quella piovosa del 2020. La più alta concentrazione di torbidità nel bacino di Itumbiara si è verificata a settembre, e la più bassa a giugno. Nel bacino di Batalha, agosto è il mese con la più alta concentrazione di torbidità e il più basso a luglio.

PAROLE CHIAVE: Sedimenti, Centrale Idroelettrica, Telerilevamento, Turbidity.

Introduction

In recent years, the use of remote sensing techniques and products in hydrological research has become commonplace. Based on water reflectance, satellite images are used for analysis of water quality, sediment concentration, and aquatic flora¹.

The color of water is directly related to its optical properties of absorption and scattering, which vary according to the concentration, nature and type of dissolved and suspended matter in the water². These materials, known as optically active components (OACs), affect the optical properties of water bodies, i.e., the interaction between solar radiation and water³.

Orbital sensors are capable of registering the effects of the interaction of solar radiation with the components present in water, such as chlorophyll, organic matter, suspended sediments, among others. Based on this knowledge, it is possible to make inferences about the composition and quality of water bodies from remote sensing.

Among the indexes found in the literature, the following are usually employed for various purposes and applications: the Normalized Difference Turbidity Index (NDTI), the Automatic Water Extraction Index (AWEI), the Water Ratio Index (WRI), the Normalized Difference Water Index (NDWI) and its modified version, the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), among others. Of these, attention is drawn to the NDWI and NDTI.

The Normalized Difference Water Index (NDWI) was developed to highlight the features in water from the digital processing of satellite images, with reference to the presence of optically active components, and is based on the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), established in the literature for detection, characterization and monitoring of vegetation⁴. Positive NDWI values correspond to aquatic environments with higher water purity, while negative or near-zero values represent impurity.

As an example, we cite the application of NDWI to identify suspended sediment fluxes during 2013 and 2014 in the Araguaia River, located on the border of the states of Goiás and Mato Grosso⁵; to evaluate the dynamics of suspended sediment concentration in the Patos

Lagoon, Rio Grande do Sul⁶; and delimitation of suspended sediment flux at the Sinop-MT hydroelectric power plant⁷. Overall, the turbidity data obtained by spectral indexes showed good correlation with field data.

Subsequently, the Normalized Difference Turbidity Index (NDTI) was developed specifically for estimating water turbidity, using reflectance bands in the red and green bands of the visible radiation spectrum⁸, sensitive to turbidity.

The NDTI has been used frequently to analyze the turbidity variation in water sources and reservoirs, and it has been shown that the turbidity values and those estimated by the index have a positive correlation greater than that verified from other spectral indices^{9/10}. In the case of this index, positive values indicate higher sediment concentration, while negative values or values close to zero portray lower turbidity¹¹.

Thus, in order to contribute to the modeling of sediment contribution in hydroelectric power plants, spectral indexes were used to delimit the water mirror and to qualitatively evaluate the sediment contribution to the reservoirs of Itumbiara and Batalha hydroelectric power plants, located on the borders of the states of Goiás and Minas Gerais, in Brazil.

Methodology

Location and brief characterization of the study areas

The area under study is represented by the Itumbiara and Batalha HPP, located respectively on the border of the state of Goiás (GO) with Minas Gerais (MG), in Brazil (Figure 1). UHE Batalha has an Area of Direct Influence (AID) of 5,156 km², including three municipalities, while UHE Itumbiara has an AID of 7,296 km², including 18 municipalities.

It is important to emphasize that the aforementioned Areas of Direct Influence (ADIs) depict only the contribution basins that flow directly into each reservoir, "disregarding the parts of these basins that were upstream from other reservoirs, since these are capable of retaining most of the fine sediments and of containing a large part of the surface flow of rainwater"¹².

⁶ Ramos *et al.*, 2019.

⁷ Simões, 2020.

⁸ Lacaux *et al.*, 2007, 66–74.

⁹ Garg *et al.*, 2020.

¹⁰ Latuf and Amaral, 2016.

¹¹ Gregório and Ferreira, 2018, 74.

¹² Silva, 2022.

¹ Kampel and Novo, 2005.

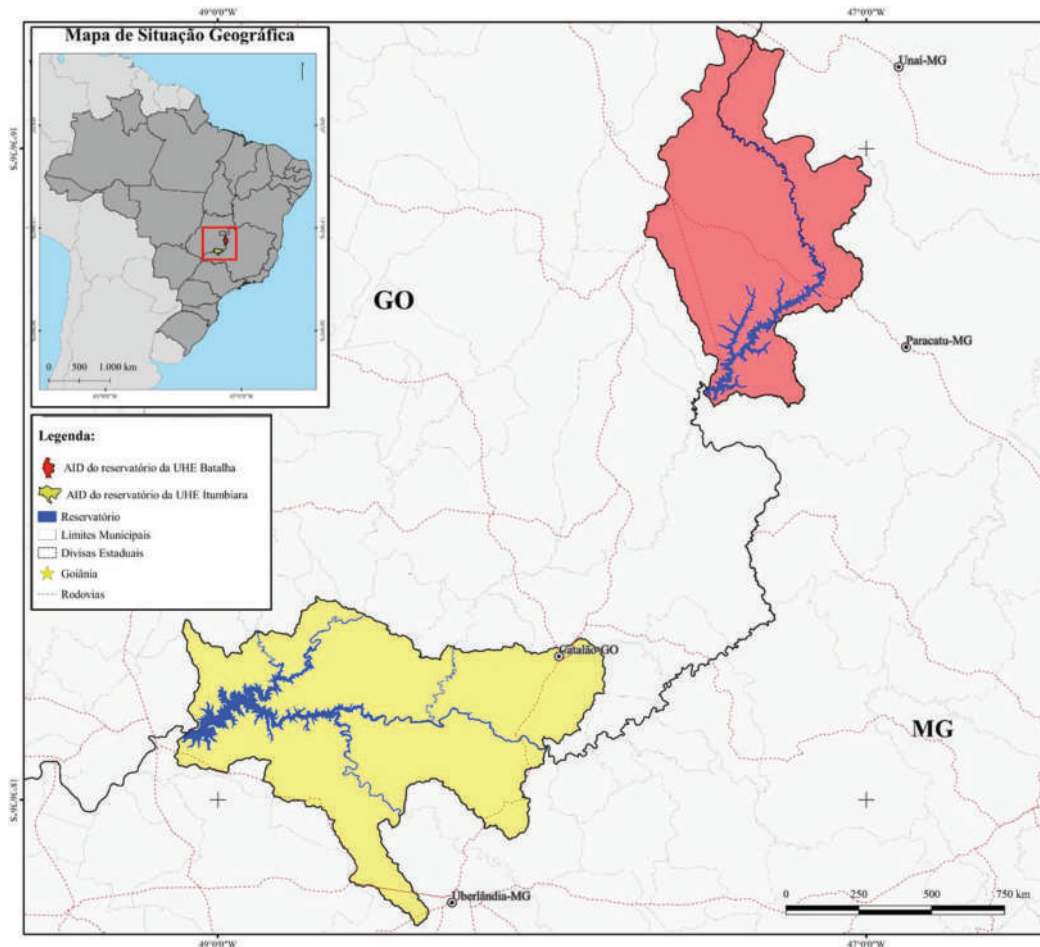
² Moller, Novo and Kampel, 2008, 331-349.

³ Barbosa, Novo and Martins, 2019, 1.

⁴ McFeeters, 1996, 1425-1432.

⁵ Borges *et al.*, 2015.

Figure 1. Map showing the location of UHEs Batalha and Itumbiara



Source: authors.

UHE Itumbiara started its construction in 1974 and started operating in April 1980. It is a relatively old plant and of considerable relevance in the FURNAS system, with an installed capacity of 2,082 MW and 6 operating units¹³. The Itumbiara HPP reservoir was formed by damming the Paranaíba River, in the hydrographic basin of the Paraná River, and is located between the municipalities of Itumbiara (GO) and Araporã (MG).

UHE Batalha is more recent, its construction began in mid-2008 and operations started in 2014, with an installed capacity of 52.5 MW¹⁴. The dam is located on the São Marcos River.

From a geomorphological point of view, these areas are located on plateaus, formed by the orogenic belt of the Brasília Belt, which is composed of undulating terrains, including Cambissolos, Latossolos, and Argissolos. Land use in these regions is marked mainly

by pasture and agriculture¹⁵, while the climate is predominantly tropical, being hot and semi-humid, with 4 to 5 months of drought. Precipitation is an important climatological variable in these regions, which present a large difference between the dry and rainy seasons.

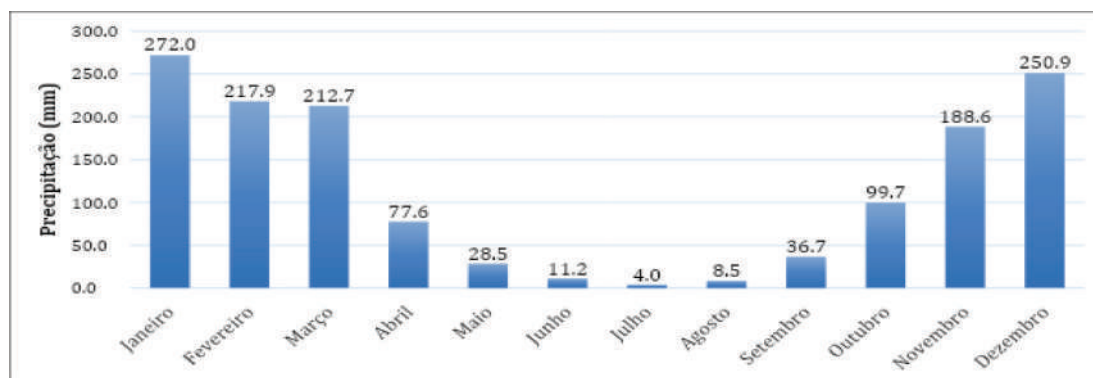
The annual rainfall in Catalão (Figure 2), whose station is located between the two reservoirs, can be used to explain the seasonality of rainfall in the reservoirs, as it directly reflects the climatic conditions of the region. The total annual precipitation is 1,408 mm, with monthly precipitation values ranging from 4 mm in July to 272 mm in January. The rainiest months are from October to April, with a total of 1,319 mm of rain. The dry season starts in May and lasts until September with a total rainfall of 88.9 mm, with the driest months being in the June-August quarter.

¹³ Furnas, 2022b.

¹⁴ Furnas, 2022a.

¹⁵ Silva, 2022.

Figure 2. Graph with the monthly precipitation averages in Catalão - GO (1991 to 2020)



Source: Climate Normals from the National Institute of Meteorology.

Methodological proceedings

To meet the proposed objective, the methodological approach consisted initially of a literature review, in order to identify the physical principles, the spectral indexes and the main images used in the analysis of suspended sediments in hydric bodies. To this end, searches were performed in databases such as the Capes Periodical Portal, the Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Google Scholar for papers that addressed the themes "spectral indexes" and "suspended sediments", with these expressions serving as keywords.

The next step consisted in the acquisition and processing of images from the Landsat 8 satellite (OLI Sensor) referring to the year 2020, in the Google Earth Engine (GEE) platform. It is noteworthy that the Landsat 8 images comprise pre-computed data, orthorectified and corrected for the interaction of the atmosphere, the latter of utmost importance, since, in the applications of orbital data in the analysis of water composition the premise of atmospheric correction is of fundamental importance¹⁶.

In the satellite data acquisition stage, a filter was applied to return only images with cloud cover less than 20%, causing a significant reduction in the quantity of images, especially in the rainy period (October to March). Thus, images that could portray the dry and rainy periods in the region were selected. Thus, for UHE Batalha images from May, June, July, August and September 2020 were collected and processed, while for UHE Itumbiara the months were April, June, July, September and November of the same year. Therefore, it is not possible to standardize the months for the two areas under study, given the availability of images.

Next, the spectral indexes were applied. The Normalized Difference Water Index (NDWI) was used to delimit the water mirror of each of the months (used as a spatial mask), and the Normalized Difference Turbidity Index (NDTI) was used to indicate the monthly variation and the places with higher proportion of suspended sediments. The indexes were calculated according to the following equations:

$$NDWI = (G - NIR) / (G + NIR)$$

Where: G = green (band 3) e NIR = near infrared (band 5)

$$NDTI = R - G / R + G$$

Where: R = red (band 3) e G = green (band 2)

After processing the satellite images for the spectral indexes, they were exported and passed through post-processing in QGIS software version 3.16 (Hannover), for the elaboration of the graphic and cartographic representations and consequent data analysis.

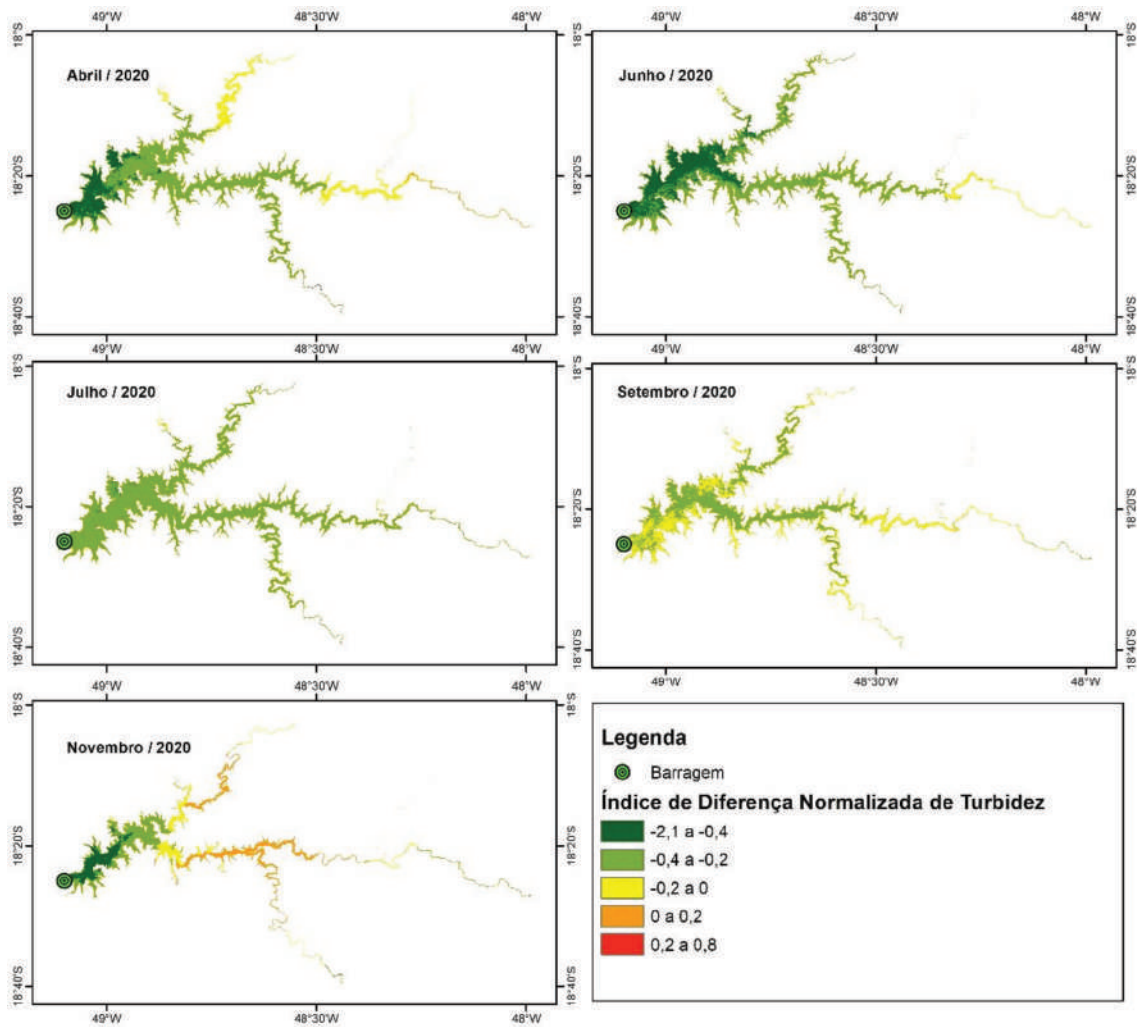
Results and discussions

As previously discussed, the NDWI was applied to the Batalha and Itumbiara HPP reservoirs in each of the images for delimiting the water mirror, considering the variation in water level between the rainy and dry periods in the region.

For UHE Itumbiara, the water mirrors referring to the months of April, June, July, September and November were delimited and then the NDTI was implemented to evaluate the spatial and temporal variation of water turbidity. From Figure 3, it is possible to observe that, in general, the turbidity is lower in the dry season (April, June and July) and increases during the rainy season (September and November).

¹⁶ Dash *et al.*, 2012.

Figure 3. Water mirror and turbidity variations in the Itumbiara HPP reservoir - 2020



Source: authors.

The marked seasonality of rainfall in the study areas, with a large concentration between October and March and a dry period from April to September, as shown in Figure 2, directly influences the temporal variation of suspended sediments, as also indicated by other authors for the Itumbiara reservoir^{17, 18}, for other hydroelectric power plant reservoirs in Brazil^{19, 20} or generally for the watershed context²¹. Another relevant aspect is how the great intra-annual rainfall variability can promote changes in the sediment contribution and, therefore, in the turbidity of reservoirs and water sources, as a reflection of the dynamics of rainfall erosion, which tends to be greater according to the volume and intensity of precipitation^{22, 23}.

When we observe the spatial variation, i.e., the spatial variation of turbidity in the reservoir, we notice that near the dam the turbidity is lower in all months, while upstream, especially in the east and northeast channels that flow into the reservoir, there is higher turbidity. This spatial variation can be explained by two possible factors, due to the greater depth of the reservoir near the dam and due to the elevation gradient near these channels (~360m) - Figure 4.

Likewise, the land use map shows a predominance of pastures and agricultural activities in these locations, which tend to present exposed soil with high susceptibility to disaggregation and transport, by erosion, of pluvial and fluvial origin (on the edges of drainage channels)^{24, 25, 26}. These two aspects, proximity to the dam and exposed soil unprotected by

¹⁷ Cesar, 2011.

¹⁸ Nascimento *et al.*, 2011

¹⁹ Santos and Cunha, 2015.

²⁰ Dias *et al.*, 2018.

²¹ Montebeller, 2009.

²² Nascimento, 2016.

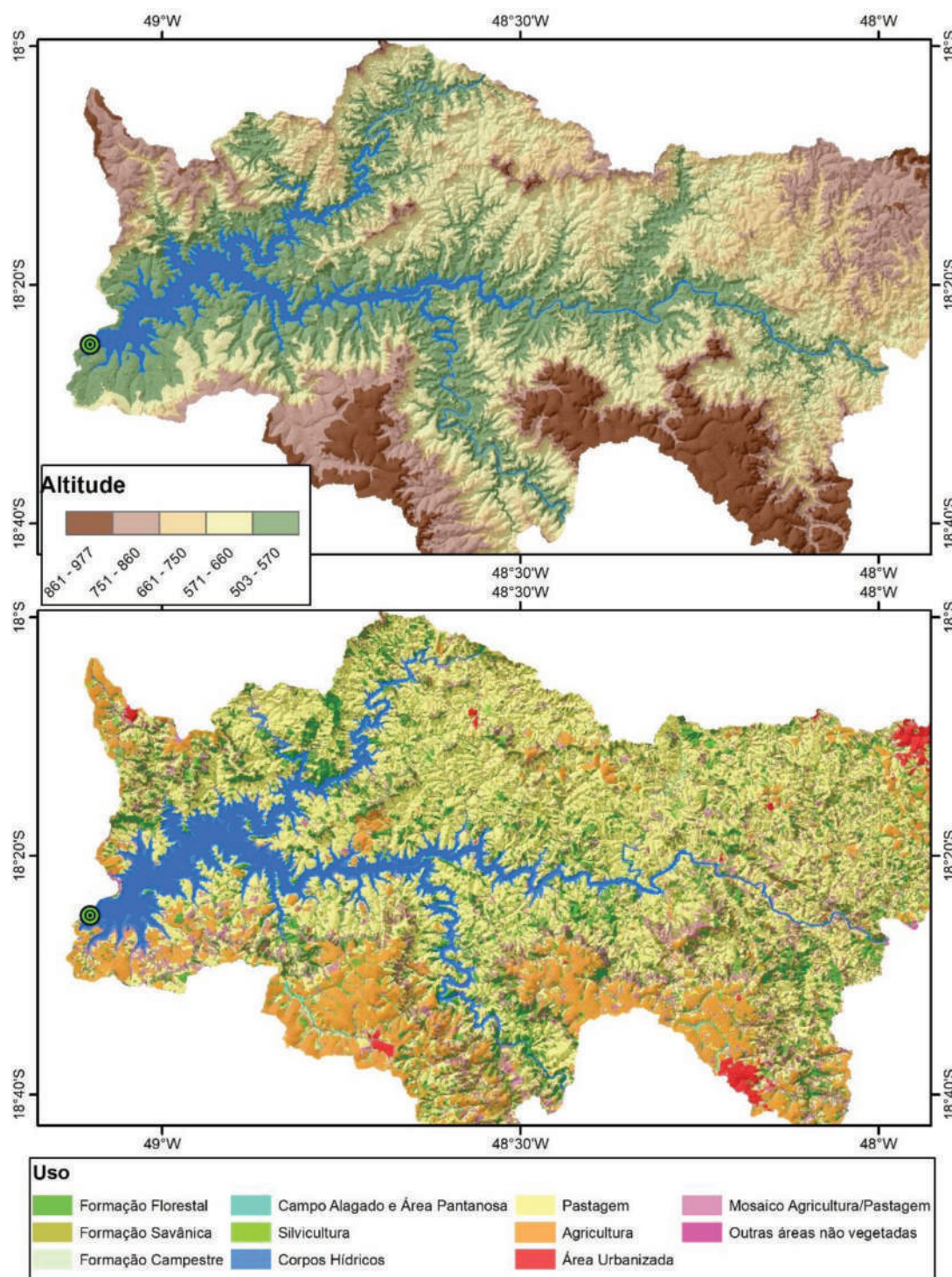
²³ Costa, Nascimento and Luz, 2022.

²⁴ Guerra, 1999.

²⁵ Nascimento *et al.*, 2016.

²⁶ Nascimento, Romão and Sales, 2020.

Figure 4. Altimetry (in meters) and land use (2020) around the Itumbiara HPP reservoir



Source: SRTM and Mapbiomas (2021), org. authors.

vegetation, are also pointed out by other authors as being associated with higher turbidity in hydroelectric reservoirs^{27, 28, 29}.

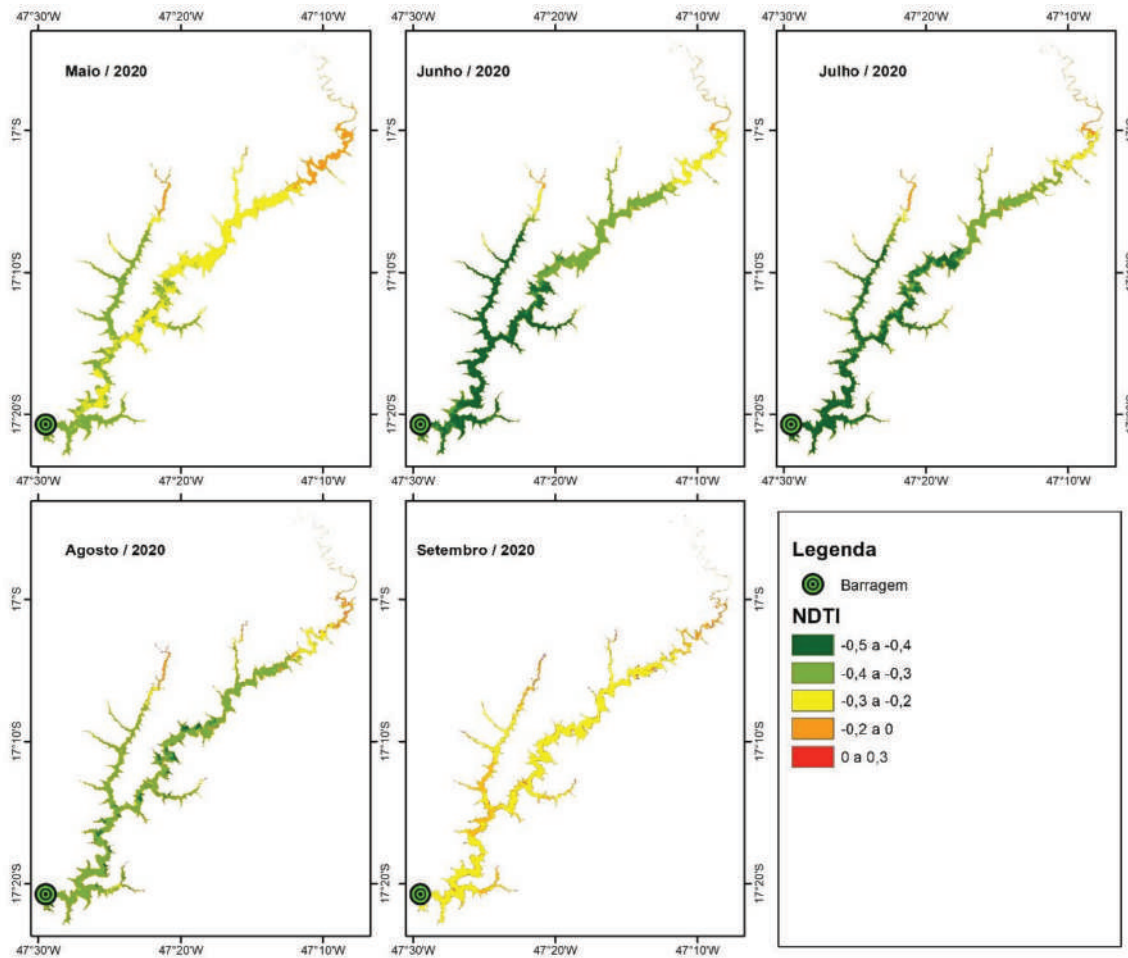
For the UHE Batalha reservoir, the water mirrors were delimited and the spatial-temporal variation of turbidity was evaluated throughout the months of May, June, July, August and September 2020 (Figure 5). The months characteristic of the dry season (June to August) showed a lower proportion of suspended sediment, while May and September, which mark, respectively, the end and beginning of the rainy season, showed higher turbidity.

²⁷ Cabral *et al.*, 2009

²⁸ Facco *et al.*, 2021

²⁹ Nascimento *et al.*, 2011

Figure 5. Water mirror and turbidity variations in the UHE Batalha reservoir - 2020



Source: authors.

Similarly to the case of UHE Itumbiara, for UHE Batalha it is also possible to see that the portion closest to the dam, with greater depth of the reservoir, presents less turbidity, while upstream of the reservoir there is a greater proportion of suspended sediments. However, the condition of the topography (altimetric gradient) and the use of the soil (predominance of agriculture and cattle-raising), demonstrated by the maps of Figure 6, did not make it possible to observe the causes of the spatial variation of turbidity in UHE Batalha. In this case, it is quite possible that the reservoir depth is the main conditioning factor for the spatial variation of turbidity.

Possibly, other aspects that influence the erosive process should be considered in the case of UHE Batalha, such as, for example, the geological substrate and soil categories in the regional context. Thus, the present work is, above all, a preliminary analytical essay, which demonstrates the potentiality of using spectral indexes in the analysis and evaluation of sediment

input in reservoirs of hydroelectric power plants, which must be validated and complemented by geoenvironmental attributes that explain their variability in time and space.

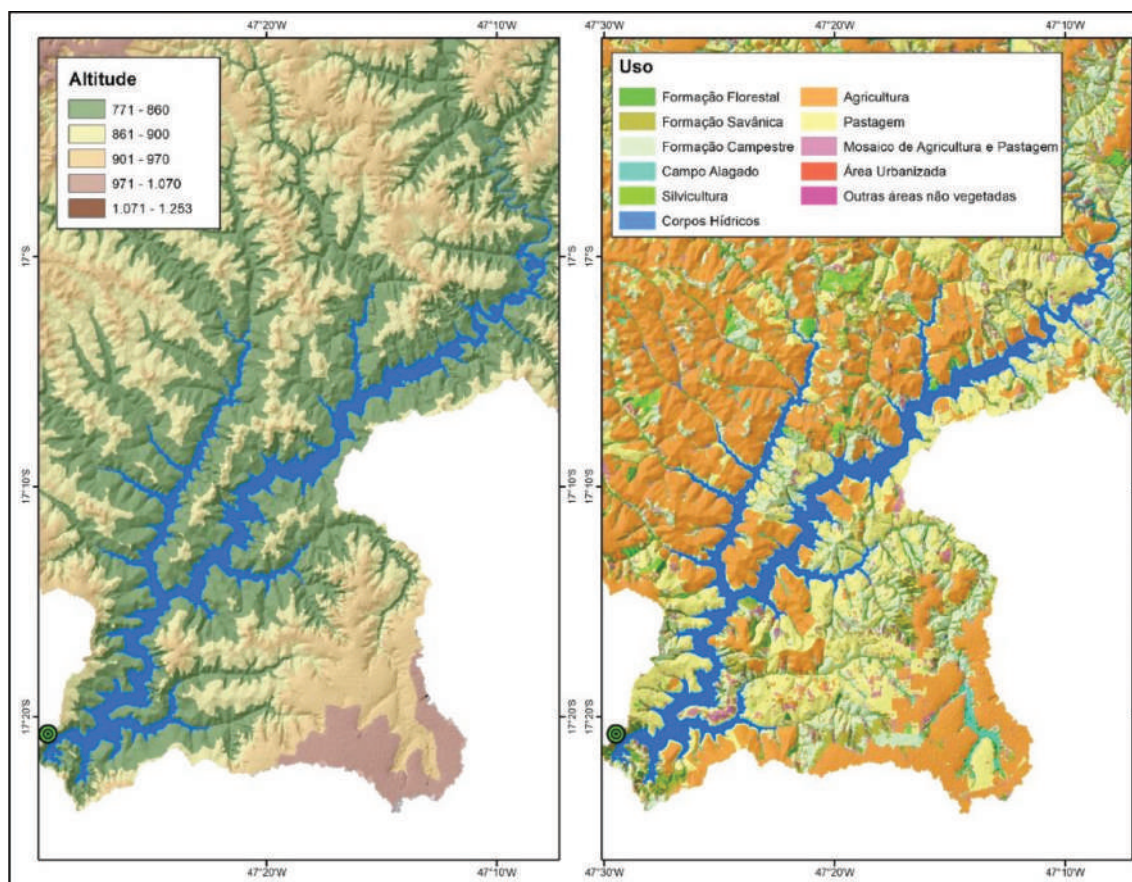
Conclusion

In the context of hydroelectric power plant reservoirs, a major concern is attributed to the contribution of sediments generated by erosive processes in the immediate surroundings, or in the hydrographic basin where the dam is located. This is because the transfer and deposition of sediments can cause silting of the reservoir, with the consequent loss of energy production capacity and reduction of the useful life of the hydroelectric enterprise^{30,31}.

³⁰ Carvalho *et al.*, 2000.

³¹ Cabral *et al.*, 2009.

Figure 6. Altimetry (in meters) and land use (2020) around the UHE Batalha reservoir



Source: SRTM and Mapbiomas (2021), org. authors.

In this work, by means of temporal and spatial changes in water reflectance caused by suspended sediments in the study areas, the potential for inferences about sediment inputs to reservoirs using remote sensing data and applying geoprocessing techniques to validate this information is investigated.

The use of orbital images to carry out these studies reduces associated costs, besides providing faster and consistent access to data, supporting the monitoring of the condition of suspended sediments in reservoirs. However, there is a need to validate the data estimated by the digital processing of satellite images with data collected in situ, in addition to the implementation of complementary data that can explain the spatial and temporal variability of water turbidity, especially data on precipitation and wind conditions, geological substrate and soil categories.

Acknowledgements

This research was based upon a R&D Project from ANEEL —National Agency, "Modeling at Various Scales of Sediment Generation in Erosion and Contribution

to UHEs Reservoirs"— PD-0394-1705/2017, regulated by the National Electric Energy Agency, ANEEL, supported by Eletrobras Furnas, with the cooperation of the Federal University of Goiás and the University of Brasília.

References

- Barbosa, C. C. F.; Novo, E. M. L. M.; Martins, V. S. 2019: *Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações*. São José dos Campos (Brasil), INPE.
- Borges, R de O.; Camargo, F. F.; Campagnoli, F.; Bayer, M. 2015: *Aplicação do índice da diferença normalizada da água (NDWI) na delimitação de fluxos de sedimentos em suspensão no Rio Araguaia: avaliação das imagens Landsat 8 para o monitoramento hidroviário*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE.
- Cabral, J. B. P.; Fernandes, L. A.; Scopel, I.; Becegato, V. A.; Fiori, A. P. 2009: "Avaliação do estado de assoreamento do reservatório de Cachoeira Dourada (GO/MG)". *Sociedade & Natureza*, 21 (1), 97-119. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132009000100007>

- Carvalho, N. O.; Filizola Júnior, N. P.; Santos, P. M. C.; Lima, J. E. F. W.** 2000: *Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios*. Brasília, ANEEL.
- Cesar, G. M.** 2011: *Caracterização da influência de sistemas frontais sobre a qualidade da água do reservatório de Itumbiara - GO, utilizando dados de sensoriamento remoto e dados in situ*, tesis doctoral. São José dos Campos (Brasil), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Costa, Q. S.; Nascimento, F. T. F.; Luz, M. P.** 2022: "Avaliação da erosividade entre anos-padrão habitual e excepcional: insucesso para o diagnóstico do aporte de sedimentos para os reservatórios das Usinas Hidrelétricas Batalha e Itumbiara (Brasil)". *Água y Territorio*, no prelo.
- Dash, P.; Walker, N.; Eurico, D. M.; Ladner, S.** 2012: "Atmospheric Correction and Vicarious Calibration of Oceansat-1 Ocean Color Monitor (OCM) Data in Coastal Case 2 Waters". *Remote Sensing*, 4, 1716–1740. <https://doi.org/10.3390/rs4061716>
- Dias, V. de S.; Luz, M. P. da; Medero, G. M.; Nascimento, D. T. F.; Oliveira, W. N. de; Merelles, L. R. O.** 2018: "Historical Streamflow Series Analysis Applied to Furnas HPP Reservoir Watershed Using the SWAT Model". *Water*, 10. <https://doi.org/10.3390/w10040458>
- Facco, D. S.; Guasselli, L. A.; Ruiz, L. F. C.; Simioni, J. P. D.; Dick, D. G.** 2021: "Spectral Reflectance in the Spatial-temporal Dynamic of Turbidity, Itaipu Reservoir, Brazil". *Anuário do Instituto de Geociências*, 44, 1-17. https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_41228
- Furnas 2022a: *Usina de Batalha*. <https://www.furnas.com.br/subsecao/117/usina-de-batalha---525-mw?culture=pt> Consulta realizada el 15 de febrero de 2022.
- Furnas 2022b: *Usina de Itumbiara*. <https://www.furnas.com.br/subsecao/121/usina-de-itumbiara?culture=pt> Consulta realizada el 15 de febrero de 2022.
- Garg, V.; Aggarwal, S. P.; Chauhan, P.** 2020: "Changes in turbidity along Ganga River using Sentinel-2 satellite data during lockdown associated with COVID-19". *Geomatics*, 11, 1175-1195. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1782482>
- Gregório, D. H. S.; Ferreira, M. F. M.** 2018: *Compartimentos de relevo da Área de Proteção Ambiental da Bacia hidrográfica do rio Machado*. Jornada Científica da Geografia.
- Guerra, A. J. T.** 1999: "O início do processo erosivo", en A. J. T. Guerra, A.S. da Silva y R. G. M. Botelho (Eds.), *Erosão e conservação do solo: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro (Brasil), Bertrand, 12-34.
- Kampel, M.; Novo, E. M. L. M.** 2005: "O sensoriamento remoto da cor da água", en R. B. Souza (Org.), *Oceanografia por Satélites*. São Paulo (Brasil), Oficina de Textos, 179-196.
- Lacaux J. P.; Tourre Y. M.; Vignolles C.; Ndione J. A.; Lafaye M.** 2007: "Classification of ponds from high-spatial resolution remote sensing: application to Rift Valley Fever epidemics in Senegal". *Remote Sens Environ*, 106 (1), 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.07.012>
- Latuf, M. O.; Amaral, Eufra.** 2016: "Assessment of suspended sediment discharge in the Purus Riverbasin, Brazil". *International Journal of River Basin Management*, 14 (4). <http://dx.doi.org/10.1080/15715124.2016.1215322>
- Mcfeeters, S. K.** 1996: "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features". *International Journal of Remote Sensing*, 17 (7), 1425-1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Molleri, G. S. F.; Novo, E. M. L. M.; Kampel, M.** 2008: "Aplicação da técnica de modelo linear de mistura espectral para o mapeamento da pluma do Rio Amazonas". *Geografia*, 33 (2), 331-349.
- Montebeller, C. A.** 2009: *Influência dos perfis de precipitação nas perdas de solo e água*, tesis doctoral. Viçosa (Brasil), Universidade Federal de Viçosa.
- Nascimento, D. T. F.** 2016, "Mapeamento de erosividade do estado de Goiás e do Distrito Federal a partir de estimativas de precipitação por satélite". Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 12, 212-223.
- Nascimento, D. T. F.; Romão, P. de A.; Sales, M. M.** 2020: "Emprego de dados geomorfológicos na análise da suscetibilidade erosiva". *Élisée*, 9, 1-17.
- Nascimento, D. T. F.; Romão, P. de A.; Sales, M. M.; Vargas, C. A. L.; Amaral, C. S.** 2016: "Mapeamento da suscetibilidade e potencialidade a processos erosivos laminares e lineares ao longo do duto OSBRA da Petrobras". *Geociências*, 35, 585-597.
- Nascimento, R. F. F.; Alcântara, E.; Kampel, M.; Stech, J. L.** 2011: "Caracterização limnológica do reservatório hidrelétrico de Itumbiara, Goiás, Brasil". *Ambiente & Água - an Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6 (2), 143-156. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Ramos, A. J. R.; Duarte, J. F. dos S.; Costi, J.** 2019: *Comportamento da dispersão sedimentar no alto estuário da lagoa dos patos através de dados multiespectrais*. Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, INPE.
- Santos, E. S.; Cunha, A. C.** 2015: "Análise de cenários hidrosedimentométricos para estimar taxas de assoreamento e vida útil do reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão no rio Araguari/AP-Brasil". *Biota Amazônica*, 5, 88-97. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n3p88-97>
- Silva, I. S.** 2022: *Proposta de mapeamento de cobertura e uso da terra a partir do método de detalhamento progressivo*, tesis doctoral. Cidade de Goiás (Brasil), Universidade Estadual de Goiás.

Simões, J. M. 2020: *Aplicação de diferentes técnicas no monitoramento do comportamento hidrossedimentológico da UHE Sinop*, tesis doctoral. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá (Brazil).

Google Earth Engine aplicado ao mapeamento pluviométrico no Triângulo Sul Mineiro (Brasil)

Google Earth Engine applied to rainfall mapping in Triângulo Sul Mineiro – Brazil

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
Cidade das Águas, Frutal - MG, Brasil
daniela.fuzzo@uemg.br

 ORCID: 0000-0003-0442-5578

Letícia Ferreira da Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
Cidade das Águas, Frutal - MG, Brasil
leticia.1093292@discente.uemg.br

 ORCID: 0000-0003-0697-1660

João Alberto Fischer Filho

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
Cidade das Águas, Frutal - MG, Brasil
joao.fischer@uemg.br

 ORCID: 0000-0001-8787-1631

Informação sobre o item

Recibido: 30/06/2022

Revisado: 05/02/2023

Aceptado: 22/06/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7282

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

Estimativas de precipitação por satélite têm sido propostas em vários trabalhos científicos, contribuindo como uma ferramenta importante para a consistência dos dados, além de diferentes aplicações de inovação refere-se à automação das tarefas, isso proporciona precisão e maior qualidade à própria base de dados. Os objetivos foram avaliar a espacialização da precipitação e a plataforma Google Earth Engine (GEE) no contexto de análise de dados. Foram analisadas a distribuição espacial da precipitação pelo satélite TRMM. Foi possível constatar a variação das chuvas, e verificou-se que a condição de ano seco habitual e chuvoso não se refere essencialmente à altura pluviométrica anual, mas à distribuição das chuvas no decorrer dos meses e a delimitação dos períodos (sazonalidade). Essas estimativas, quando comparadas com valores pontuais, mostram que podem fornecer boa noção da distribuição espacial das chuvas, confirmando que o satélite pode ser utilizado como fonte alternativa de informações sobre a escassez de dados de estações.

PALAVRAS-CHAVE: Clima, Variabilidade, Dados Remotos, Plataforma on-line.

ABSTRACT

Satellite precipitation estimates have been proposed in several scientific works, contributing as an important tool for data consistency, in addition to different applications of innovation, it refers to the automation of tasks, this provides precision and greater quality to the database itself. The objectives were to evaluate the spatialization of precipitation and the Google Earth Engine platform in the context of data analysis. The spatial distribution of precipitation by the TRMM satellite was analyzed. It was possible to verify the variation of the rains, and it was verified that the condition of the usual dry and rainy year does not refer essentially to the annual rainfall, but to the distribution of rains over the months and the delimitation of the periods (seasonality). These estimates, when compared with point values, show that they can provide a good idea of the spatial distribution of rainfall, confirming that the satellite can be used as an alternative source of information about the scarcity of station data.

KEYWORDS: Weather, Variability, Remote Data, Online Platform.

Google Earth Engine aplicado al mapeo de precipitaciones en Triângulo Sul Mineiro – Brasil

RESUMEN

Las estimaciones satelitales de precipitación han sido propuestas en varios trabajos científicos, contribuyendo como una herramienta importante para la consistencia de los datos, además de diferentes aplicaciones de la innovación, se refiere a la automatización de tareas, esto brinda precisión y mayor calidad a la propia base de datos. Los objetivos fueron evaluar la espacialización de la precipitación y la plataforma de Google Earth Engine en el contexto del análisis de datos. Se analizó la distribución espacial de la precipitación por el satélite TRMM. Se pudo verificar la variación de las lluvias, y se comprobó que la condición de año seco y lluvioso habitual no se refiere esencialmente a la precipitación anual, sino a la distribución de las lluvias a lo largo de los meses y la delimitación de los períodos (estacionalidad). Estas estimaciones, cuando se comparan con los valores puntuales, muestran que pueden proporcionar una buena idea de la distribución espacial de la lluvia, lo que confirma que el satélite se puede utilizar como una fuente alternativa de información sobre la escasez de datos de la estación.

PALABRAS CLAVE: Clima, Variabilidad, Datos Remotos, Plataforma on-line.

Google Earth Engine appliqué à la cartographie des précipitations dans Triângulo Sul Mineiro – Brésil

RÉSUMÉ

Les estimations de précipitations par satellite ont été proposées dans plusieurs travaux scientifiques, contribuant comme un outil important pour la cohérence des données, en plus de différentes applications de l'innovation, elles se réfèrent à l'automatisation des tâches, cela apporte une précision et une plus grande qualité à la base de données elle-même. Les objectifs étaient d'évaluer la spatialisation des précipitations et de la plateforme Google Earth Engine

dans le cadre de l'analyse des données. La distribution spatiale des précipitations par le satellite TRMM a été analysée. Il a été possible de vérifier la variation des pluies, et il a été vérifié que la condition de l'année sèche et pluvieuse habituelle ne se réfère pas essentiellement à la pluviométrie annuelle, mais à la répartition des pluies sur les mois et à la délimitation des périodes (saisonnalité). Ces estimations, comparées à des valeurs ponctuelles, montrent qu'elles peuvent fournir une bonne idée de la répartition spatiale des précipitations, confirmant que le satellite peut être utilisé comme une source alternative d'information sur la rareté des données des stations.

MOTS CLÉ: Météo, Variabilité, Données distantes, Plateforme on-line.

Google Earth Engine applicato alla mappatura delle precipitazioni a Triângulo Sul Mineiro – Brasile

SOMMARIO

Le stime delle precipitazioni satellitari sono state proposte in diversi lavori scientifici, contribuendo come strumento importante per la coerenza dei dati, oltre a diverse applicazioni di innovazione, si riferisce all'automazione dei compiti, ciò fornisce precisione e maggiore qualità al database stesso. Gli obiettivi erano valutare la spazializzazione delle precipitazioni e la piattaforma Google Earth Engine nel contesto dell'analisi dei dati. È stata analizzata la distribuzione spaziale delle precipitazioni del satellite TRMM. È stato possibile verificare la variazione delle piogge, ed è stato verificato che la condizione dell'abituale anno secco e piovoso non si riferisce essenzialmente alla piovosità annuale, ma alla distribuzione delle piogge nei mesi e alla delimitazione dei periodi (stagionalità). Queste stime, se confrontate con valori puntuali, mostrano che possono fornire una buona idea della distribuzione spaziale delle precipitazioni, confermando che il satellite può essere utilizzato come fonte alternativa di informazioni sulla scarsità dei dati delle stazioni.

PAROLE CHIAVE: clima, variabilità, dati remoti, piattaforma online.

Introdução

A estimativa da chuva mais próxima do real é fundamental para a avaliação do manejo de culturas, dos rendimentos dos recursos hídricos, do monitoramento de enchentes e das secas. Excesso de chuva provoca inundações e perda de bens e vidas. A ausência prolongada de chuvas leva à seca, que afeta diretamente as colheitas e os limites de consumo humano. As estações meteorológicas convencionais fornecem registros pontuais, frequentemente sujeitos a falhas que limitam o uso dessas informações. Além disso, tais registros contribuem com a baixa densidade de pluviômetros, a longa distância e a distribuição irregular das estações, não permitindo, devido ao seu caráter pontual, capturar a variabilidade espacial da precipitação pluvial. Desse modo, gera-se incertezas nos resultados de diversos estudos aplicados no país.

Em meio ao cenário de mudanças globais, monitorar o clima de uma determinada região, é essencial na rotina do gestor, pois essas informações fazem diferença na tomada de decisão, na otimização do planejamento geral, na gestão socioambiental, na redução de riscos na colheita e na melhoria da qualidade do produto. Além de ter caráter multidisciplinar, pode reunir conhecimentos de diversas áreas do conhecimento, envolvendo relações entre o ambiente físico e os processos biológicos relacionados às atividades agrícolas¹.

As técnicas de sensoriamento remoto por meio de sensores espaciais proporcionam um excelente complemento para o monitoramento contínuo de evento de chuva tanto espacial quanto temporal. Com a baixa densidade de estações meteorológicas, estudos voltados ao sensoriamento remoto têm demonstrado ser uma ferramenta extremamente útil a utilização desses dados estimados por satélite².

Nos últimos anos observou-se considerável crescimento na utilização de sensoriamento remoto para estimativa de precipitação pluvial, aumentando assim a quantidade de informações meteorológicas disponíveis para uma determinada região. Diversos estudos demonstram a boa acurácia das estimativas de precipitação com dados oriundos do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), por meio do sensor PR (Precipitation Radar)³.

Aplicações das Geotecnologias na análise climatológica

A utilização do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) já consolidou seu desempenho no levantamento de dados de precipitação pluvial. E alguns trabalhos reforçam a sua boa acurácia nas estimativas do TRMM, entre eles⁴: avaliaram os Dados de Precipitação Estimados pelo Satélite TRMM para o Brasil entre o período de 1998 e 2011. Os autores verificaram que os dados de precipitação mensal estimada pelo TRMM e por 183 estações espalhadas por todo o Brasil apresentou uma concordância de aproximadamente 97%. Porém, notou-se valores de 9%, 8%, 6%, 13% e 9% maiores que os das redes de estações meteorológicas do INMET/CPTEC para a região Centro-Oeste, Sul, Norte, Sudeste e Nordeste. Contudo, os 13 anos de dados observados do TRMM apresentam uma boa concordância entre os padrões espaciais de precipitação anual. Como resultado da validação dos dados de precipitação pelo TRMM, para o estado do Paraná, observaram que o satélite estimou de maneira satisfatória a precipitação pluvial em relação às estações meteorológicas convencionais do SIMEPAR, concluindo que, na ausência de informação de superfície, os dados obtidos pelo satélite TRMM se mostraram eficientes⁵.

O TRMM foi um satélite lançado em 27 de novembro de 1997, advindo de um consórcio entre a National Aeronautics and Space Administration (NASA), agência espacial americana, e a Japan Exploration Aerospace Agency (JAXA), agência espacial japonesa. O mesmo foi lançado com o objetivo de monitorar, verificar e subsidiar os estudos quanto à influência da precipitação nos trópicos e sobre o clima global⁶. A missão saiu de órbita em 08 de abril de 2015.

Dentre os produtos gerados das estimativas do satélite TRMM, o presente estudo utilizou o “TRMM 3B42: 3-Hourly Precipitation Estimates (3B42)” que combina as estimativas de alta qualidade / IR fundidas de 3 horas (3B42) com a precipitação global acumulada mensal. Esse produto possui a resolução temporal de 3 horas e a resolução espacial é de 0,25 x 0,25 graus. Os instrumentos do TRMM são: imageador de microondas (TMI), radar de precipitação (PR), radiômetro no visível e no infravermelho (VIRS), sensor de energia radiante da

¹ Bambini et al., 2014. Templeton et al., 2014.

² Silva-Fuzzo; Praela-Pantano; Camargo, 2015.

³ Rodrigues et al., 2022. Leivas et al., 2014. Bardin-Camparotto et al., 2013. As-Syakur et al., 2011. Karaseva; Prakash; Gairola, 2011.

⁴ Pereira et al., 2013.

⁵ Silva-Fuzzo; Rocha, 2016.

⁶ Berg; Kummerow; Morales, 2002.

superfície terrestre e das nuvens (CERES), e sensor de imageamento de relâmpagos (LIS).

Ao avaliarem as estimativas de chuva do satélite TRMM no estado da Paraíba⁷, obtiveram como resultado, o satélite reproduziu de maneira geral o padrão espaço-temporal do regime de chuvas. Os autores observaram que houve áreas de maior concordância e áreas de menor concordância entre as medições pluviométricas e o TRMM. Com o aumento do período de tempo de acumulação, aumentou-se a concordância entre as estimativas. Para os autores, a análise pontual se faz necessária no diagnóstico específico do desempenho das estimativas do TRMM.

No passado, antes da utilização do sensoriamento remoto, o único modo à disposição era o levantamento no solo, porém, esse método tem por característica ser oneroso, não apresentar dados momentâneos e com falhas e os resultados em alguns casos podem ser imprecisos. Por outro lado, com o sensoriamento remoto, é possível fazer um registro histórico das informações coletadas⁸. Além do mais, com o avanço das tecnologias e com a disponibilidade dos Sistemas de Informações Geográficas e dos satélites há a possibilidade de processar, analisar e adquirir os dados confiáveis de forma mais rápida⁹.

O Google Earth Engine (GEE) é uma plataforma em nuvem que foi desenvolvida para processar e armazenar grandes coleções de dados. Os arquivos de dados presentes na plataforma incluem dados que se baseiam nos Sistemas de Informação Geográficas e entre eles os dados meteorológicos e climáticos¹⁰.

A plataforma Google Earth Engine possui um catálogo com um vasto repertório de dados geoespaciais e o acervo de vários satélites, entre eles os de tempo e clima. Os dados são pré-processados e prontos para o uso. A linguagem de programação empregada é a Java Scripts. O GEE possui uma interface de desenvolvimento, onde os usuários manipulam os scripts¹¹. Com o ambiente propício para dados inerativos e desenvolvimento de algoritmos, o usuário tem a possibilidade de inserir seus próprios dados e coleção, com o auxílio do recurso de nuvem do Google para executar o processo¹².

A plataforma também se mostra capaz ao rodar a biblioteca de outros satélites, como no estudo realizado por que apresentaram um caso na área da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo, contribuindo com as funcionalidades do Google Earth Engine e de como a plataforma pode auxiliar na análise de dados em recursos hídricos¹³. Houveram resultados satisfatórios utilizando a ferramenta Google Earth Engine a favor da cafeicultura no Sul de Minas Gerais¹⁴. Os autores realizaram mapeamento de áreas cafeeiras e índices de vegetação com o satélite Sentinel-2 MSI e o Landsat 8 TOA – Tier 2 e concluíram que a utilização de machine learning e a computação de alta performance trazem novas perspectivas para o setor agrícola.

O município de Frutal possui a maior população na sua microrregião e atualmente possui a sexagésima segunda maior população do estado de Minas Gerais, Brasil. A Microrregião possui uma extensão territorial de 16.840 km² e está localizada no estado de Minas Gerais, especificamente na região oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Dadas as dimensões territoriais da área estudada, faz-se necessária uma grande densidade de estações meteorológicas ou sensores de pluviométricos para representar com precisão a distribuição da chuva na região, entretanto, em países em desenvolvimento e com grandes extensões territoriais, como o caso do Brasil, há dificuldade de abranger toda área de forma representativa.

O único município pertencente a essa região que conta com uma estação meteorológica, com dados disponíveis gratuitamente, está localizado no município de Campina Verde, e é fato que o monitoramento climatológico apenas com uma estação não é capaz de fazer toda a cobertura para uma região com essa extensão territorial, sendo que sua área de abrangência é de aproximadamente 25 km de raio em torno da sua área¹⁵. Em função disso, justifica-se que a utilização da informação remota vem contribuir para os técnicos que atuam no setor primário, bem como toda a cadeia produtiva, na realização dos planejamentos necessários para minimizar perdas, ainda mais devido a grande variedade de produtos de sensoriamento remoto em estimativa de chuva que estão disponíveis em resoluções espaciais e temporais mais detalhadas.

⁷ Soares; Paz; Piccili, 2016.

⁸ Sazib; Mladenova; Bolten, 2018.

⁹ Gaida et al., 2020.

¹⁰ Mutanga; Kumar, 2019.

¹¹ Gorelick et al., 2017.

¹² Mutanga; Kumar, 2019.

¹³ Mota et al., 2020.

¹⁴ Souza et al., 2019.

¹⁵ Alencar et al., 2016.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi verificar o desempenho das estimativas produzidas pela missão TRMM para a microrregião de Frutal - MG, no período de 2000 a 2019 e as funcionalidades da plataforma Google Earth Engine.

Material e Métodos

A área de estudo é a microrregião de Frutal - Brasil (Figura 1), que possui uma extensão territorial de 16.840 km² e está localizada no estado de Minas Gerais, a oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A região possui uma população estimada em 179.525 habitantes, distribuída em doze cidades, sendo elas: Limeira do Oeste, União de Minas, Campina Verde, Carneirinho, Iturama, São Francisco de Sales, Itapagipe, Comendador Gomes, Frutal, Fronteira, Pirajuba e Planura (IBGE, 2018).

O clima da região é o tropical, caracterizado pela alternância de estações úmidas e secas, com precipitação média anual de 1.550 milímetros e a temperatura média anual de 22°C¹⁶. Os solos predominantes são

representados por Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo¹⁷.

As imagens utilizadas foram do produto 3b42 do satélite TRMM de precipitação durante o intervalo de tempo: janeiro de 2000 até dezembro de 2019. Foi desenvolvido o script para analisar e processar os dados via plataforma online GEE (Google Earth Engine) e SIG (sistema de Informação Geográfica) para realização do layout final. A plataforma GEE consiste num catálogo de dados, na ordem dos multipetabyte, que estão ecocalizados com o serviço de computação paralela¹⁸. A razão da especialização é para que as informações obtidas consigam ser usadas para análise da variação ao longo do terreno. A alteração dos seus parâmetros foi realizada por meio da comparação visual nos mapas temáticos gerados para o produto utilizado e para facilitar esta visualização, no SIG, os mapas foram reclassificados (Re-class) em classes de mm de precipitação.

Esse serviço contém várias bibliotecas e permite o processamento desses dados nos seus próprios servidores, garantindo assim dois aspectos que são relevantes para o trabalho em detecção remota - a visualização de dados em grande quantidade, e o processamento desses

Figura 1. Localização da Área de Estudo



¹⁶ Rosa et al., 1991.

¹⁷ Brito, 2001.

¹⁸ Gorelick et al., 2017.

dados com muito maior celeridade que teríamos a processar localmente. O acesso ao Google Earth Engine (GEE) é feito através do browser, onde funciona com base numa interface para aplicação de programação (API – Application Programming Interface). Paralelamente, pode também funcionar com base num ambiente de desenvolvimento interativo (IDE). A versão usada para este estudo – a API – recorre a linguagem de programação JavaScript, e disponibiliza uma biblioteca de operadores que auxiliam o utilizador a gerir, processar e analisar os dados disponibilizados pela biblioteca pública de dados¹⁹.

Foram obtidos os produtos de interesse para o estudo no GEE, via biblioteca digital dos dados do TRMM, obtiveram-se inicialmente os dados completos: neste caso, todos os dados desde janeiro de 2000 a dezembro de 2019, com cobertura global. Isso torna necessário selecionar os dados, inclusive limitá-los para a região,

o que foi feito por meio da criação de um shapefile da área de estudo mencionado anteriormente. Posteriormente, foi desenvolvido um script, na própria plataforma, que possibilitou o agrupamento e análise dos dados a nível mensal.

A geração dos mapas temáticos foi realizada por meio de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG, utilizando o *software* livre QGIS 3.0.

Resultado e Discussão

A distribuição sazonal das chuvas acumulada por pixel é apresentada na Tabela 1, observa-se que os meses de verão foram destacados com os mais chuvosos e os de inverno com valores menores. Valores discrepantes são identificados, como como o mês de janeiro de 2014 com 40 mm e janeiro de 2009 com 36 mm de chuva acumulada.

Tabela 1. Distribuição sazonal das chuvas acumuladas por pixel

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Acum Anual
2000	117,1	135,7	97,5	17,2	3,9	2,1	8,9	16,7	42,3	13,8	80,7	98,6	634,1
2001	57,3	53,7	71,4	14,3	37,9	4,4	2,2	16,1	25,9	54,8	81,4	116,9	536,9
2002	117,4	107,7	46,3	2,3	22,9	0,0	9,1	6,9	24,7	16,8	65,6	84,1	504,4
2003	183,7	65,4	106,1	60,8	17,6	4,1	1,2	7,2	11,6	25,6	52,4	74,3	610,6
2004	92,3	82,4	43,0	55,7	41,0	17,7	11,0	1,1	2,4	48,1	60,5	133,8	590,4
2005	151,3	21,1	98	17,6	36,6	15,4	13,5	3,4	37,3	41,1	72,9	106,7	614,8
2006	103,5	147,5	74,8	46,7	15,4	6,8	1,4	11,0	25,6	74,9	74,8	109,8	692,2
2007	196,1	92,4	56,1	31,3	31,4	7,5	23,6	0,0	4,6	35,3	54,8	74,0	607,8
2008	135,8	111,7	102,5	51,0	22,0	4,1	0,1	10,9	4,8	45,1	66,9	130,4	685,6
2009	114,6	96,5	114,9	42,4	25,3	12,0	8,2	22,0	88,6	60,2	63,2	175,9	824,3
2010	156,7	71,2	90,1	46,3	6,7	7,0	0,8	0,2	25,8	63,4	53,2	69,7	591,6
2011	116,2	98,8	226,4	36,7	8,2	24,5	3,3	3,6	8,7	66,8	60,6	100,3	754,4
2012	138,5	74,1	64,8	42,7	21,2	47,1	3,4	0,3	40,9	22,9	77,7	90,5	624,7
2013	101,0	71,3	106,3	47,3	43,7	32,3	8,4	0,7	19,0	34,8	64,	60,4	590,2
2014	40,4	73,3	110,8	28,9	13,9	2,4	39,9	0,0	33,1	20,2	102,3	72,2	538,5
2015	54,6	104,5	96,8	36,2	52,4	5,9	16,9	4,8	41,4	39,7	75,8	86,8	615,6
2016	146,2	90,6	69,5	12,7	41,5	25,2	0,3	16,3	10,2	56,5	98,7	90,0	658,1
2017	120,0	59,2	73,2	44,3	44,2	0,8	0,0	9,0	5,6	42,7	113,1	84,1	596,8
2018	109,9	68,0	39,1	27,7	7,1	0,5	0,0	18,3	36,6	75,5	102,8	56,5	542,5
2019	36,0	104,6	66,7	64,8	16,2	1,1	2,9	12,7	22,0	40,9	61,4	93,7	523,4
Média Mensal	114,3	86,5	87,7	36,3	25,5	11,0	7,8	8,1	25,6	44,0	74,1	95,4	

¹⁹ Silva, 2018.

do no pixel. Em contrapartida, o mês de janeiro de 2003 apresentou 180 mm.

Em relação aos dados observados e estimados pelo TRMM, diversos trabalhos têm relatado o bom desempenho na validação com os dados de estação de superfície, como que observaram altos valores de d de Willmott e correlação entre os valores²⁰. A área de estudo do Triângulo Mineiro Sul, apresenta baixa densidade de estações de superfície, fazendo com que a região não tenha uma boa cobertura e espacialização dos dados de precipitação. Por esse motivo, quando realizada a comparação dos dados de estação convencional que correspondem a dados pontuais, esses podem não apresentar um bom ajuste, por se tratar de um dado pontual e um outro maior com pixel de aproximadamente $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ de área.

Utilizando dados de quatro estações meteorológicas e seis pluviômetros localizados na bacia do rio Jamari, no estado de Rondônia e comparando com os dados do algoritmo 3B42 do TRMM²¹, realizaram análise estatística com base no coeficiente de correlação entre as estações meteorológicas, postos pluviométricos e estimados pelo 3B42. Os resultados indicaram que o TRMM se correlaciona melhor com uma rede mais densa de pluviômetro, até mesmo do que as estações meteorológicas comparadas com os pluviômetros.

Para analisar a qualidade do uso do GEE na quantificação da pluviosidade da região, utilizou-se como exemplo o mês de janeiro, por caracterizar a estação de verão no Hemisfério Sul e ser o mês com maior pluviosidade (Figura 2). Ao considerar valores contrários, observa-se que para o ano de 2007 (Figura 2a), foram identificados os maiores acumulados de chuva, com valores próximos a 200 mm. Entre os anos 2007/2008 foi identificado o evento El Niño juntamente com o evento La Niña que de acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) foi de forte intensidade, o que pode ter provocado aumento de chuva para na região sudeste do Brasil²².

Em contraste, o menor acumulado de chuva para janeiro foi observado em 2014 (Figura 2b). O principal fator para a baixa pluviosidade foi a atuação de um intenso e persistente sistema de alta pressão atmosférica que prejudicou o transporte de umidade da Amazônia,

assim como a passagem e desenvolvimento dos principais sistemas causadores de chuva, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul e as frentes frias²³, segundo os autores, esse sistema, denominado de bloqueio atmosférico, teve uma duração de 45 dias, fato que resulta extremamente raro.

Segundo, a região sudeste do Brasil passou por um de seus mais importantes períodos de seca²⁴, com o estabelecimento de uma grave crise hídrica, com muitas questões e impactos sociais, os déficits mais expressivos de precipitação foram observados durante o verão 2013/2014 que foi classificado como excepcionalmente seco com término exageradamente adiantado da estação chuvosa em função da ausência de episódios de ZCAS, particularmente nos primeiros meses de 2014 e 2015. A combinação dos baixos índices pluviométricos, o grande crescimento da demanda de água e o ineficiente gerenciamento desse recurso têm gerado uma “crise hídrica” durante o ano 2014.

A região sudeste do Brasil sofreu durante os verões 2013/2014 e 2014/2015 importantes déficits de precipitação, resultando no estabelecimento de condições de seca e uma crítica crise de água com impactos em diversos setores da sociedade, incluindo o abastecimento humano, agricultura e a geração de energia hidroelétrica²⁵.

Para o período de inverno no Hemisfério Sul e como o mais seco na região, destaca-se o mês de julho (Figura 3). Para exemplificar, foram apresentados os anos de 2017 e 2018 com os menores índices de pluviométrico.

Os anos de 2017 e 2018 foram caracterizados como secos, com valores de precipitação próximos a zero. Tal fato se deve à atuação da La Niña no período, o que provocou a falta de chuva e intensificação de veranicos na região Sul e Sudeste do Brasil. De forma semelhante, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, da Universidade de São Paulo, identificou, no ano de 2017, o mês de julho como o mais seco para aquele ano, com apenas 2,2 mm de chuva. Os autores destacam ainda, que o mês de julho foi caracterizado como o 4º mais seco de uma série de mais de 80 anos²⁶.

As várias bibliotecas de dados que o GEE disponibiliza resultam em uma única localização, dispensando

²⁰ Collischonn et al., 2007. Nóbrega; Souza; Sousa, 2008. Souza; Nóbrega; Galvêncio, 2008. Pereira et al., 2013.

²¹ Nóbrega; Souza; Galvêncio, 2008.

²² Soppa et al., 2011.

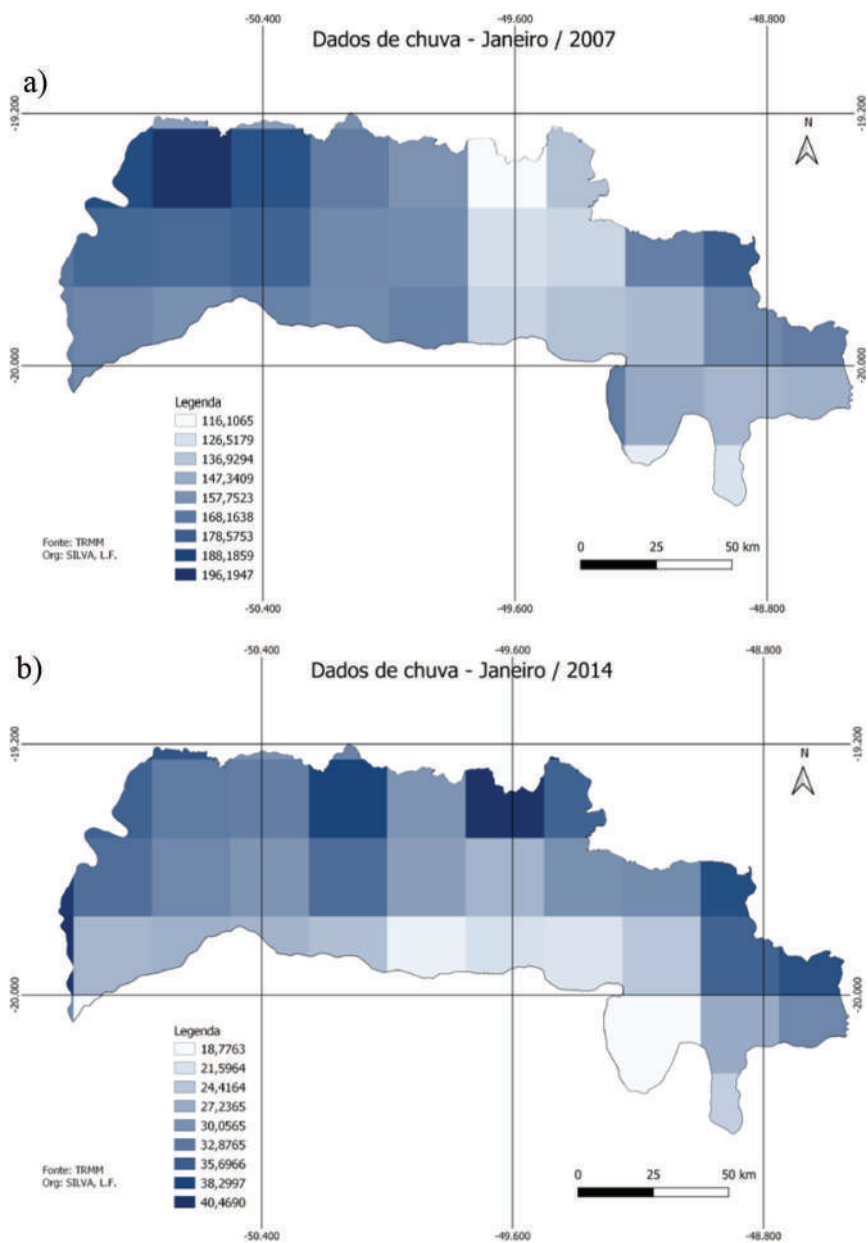
²³ Marengo et al., 2015.

²⁴ Coelho; Cardoso; Firpo, 2016.

²⁵ Santos et al., 2017.

²⁶ IAG/USP, 2017.

Figura 2. Precipitação para a região Sul do Triângulo Mineiro, referente a janeiro de 2007a e 2014b



ao utilizador recorrer a diferentes localizações para os diferentes tipos de dados que o seu trabalho possa requerer. Adicionalmente, todos esses dados estão armazenados nos seus próprios servidores, dispensando assim ao utilizador o uso do seu próprio espaço de armazenamento. Por fim, o poder computacional do GEE permite que um milhão de horas de CPU sejam calculáveis em dias²⁷, facilitando o entendimento e análise dos dados climatológicos.

Considerações finais

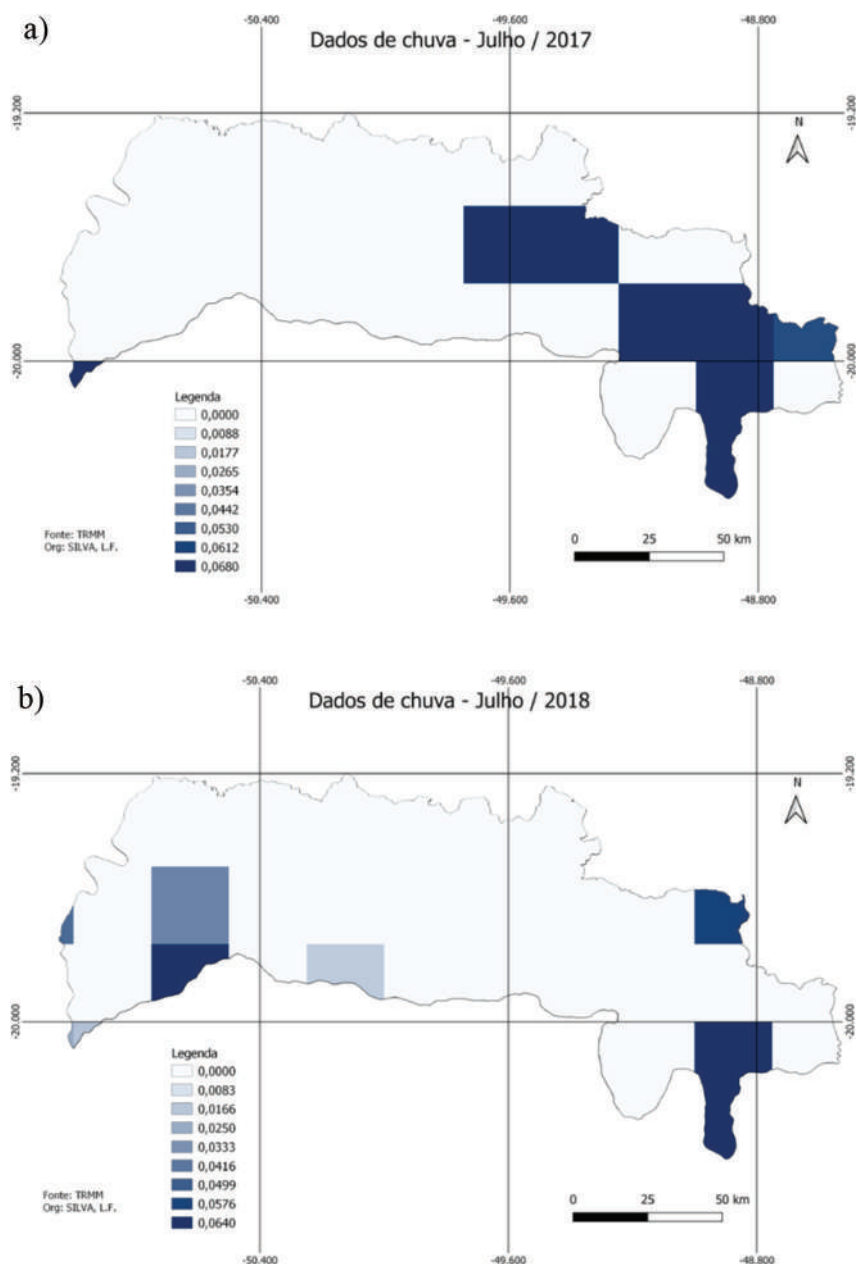
Para região sul do Triângulo Mineiro, Brasil, foram identificados períodos de estação chuvosa, com destaque ao mês de janeiro, e estação seca, especialmente o mês de julho.

Foram identificados eventos que provocaram anos com altos volumes de chuva, como em 2007 e 2014, e os anos de 2017 e 2018 com baixa precipitação pluviométrica.

O uso do Google Earth Engine possibilitou entender o comportamento e a distribuição da precipitação ao

²⁷ Gorelick et al., 2017.

Figura 3. Precipitação para a região Sul do Triângulo Mineiro, referente a julho de 2017a e 2018b



longo da série histórica analisada, e mostrou ser uma ferramenta útil na análise de dados climatológicos, em específico a precipitação, podendo ser um recurso quando não há dados de estações de superfície disponíveis.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa (PQ/UEMG) pela concessão de bolsas ao primeiro e terceiro autor.

Referências Bibliográficas

Alencar, Junia R. A.; Romani, Luciana A. S.; Merlo, Tiago P.; Evangelista, Sílvio R. M.; Otavian, Adriano F. 2016: "Avaliação dos impactos do uso do sistema de monitoramento Agrometeorológico (Agritempo)". *Revista Política Agrícola*, 26 (1), 5-19,

As-Syakur, A. R.; Tanaka, T.; Prasetia, R.; Swardika, I. K.; Kasa, I. W. 2011: "Comparison of TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA) products and daily-monthly gauge data over Bali". *International Journal of Remote Sensing*, 32 (24), 8969-8982. <http://doi.org/10.1080/01431161.2010.531784>

- Bambini, Martha B.; Coltri, Priscila P.; Furtado, André T.; Zullo Junior, Jurandir.** 2014: "Collaborative innovation in agrometeorology: Coordination strategies to develop a monitoring IT system for Brazil". *Journal of Technology Management & Innovation*, 9 (1), 119-130. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242014000100010>
- Bardin-Camparotto, Ludmila; Blain, Gabriel C.; Giarolla, Angélica; Adami, Marcos; Camargo, Marcelo B.** 2013: "Validação de dados termoplúviométricos obtidos via sensoriamento remoto para o Estado de São Paulo". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17 (6), 665-671. <http://doi.org/10.1590/S1415-43662013000600013>
- Berg, Wesley; Kummerow, Christian; Morales, Carlos A.** 2002: "Differences between East and West Pacific Rainfall Systems". *Journal of Climate*, 15 (24), 3659- 3672, 2002. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015<3659:DBEAWP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<3659:DBEAWP>2.0.CO;2)
- Brito, J. L. S.** 2001: *Adequação das potencialidades do uso da terra na Bacia do ribeirão Bom Jardim no Triângulo Mineiro (MG): Ensaio de Geoprocessamento*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo: FFLCH, São Paulo (Brasil).
- Coelho, Caio A. S.; Cardoso, Denis H. F.; Firpo, Mári A. F.** 2016: "A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil". *Revista Climanalise*, 55-66.
- Collischonn, Bruno; Allasia, Daniel; Collischonn, Walter; Tucci, Carlos E. M.** 2007: "Desempenho do Satélite TRMM na Estimativa de Precipitação sobre a Bacia do Paraguai Superior". *Revista Brasileira de Cartografia*, 59 (1), 93-99.
- Gaida, William; Breunig, Fábio M.; Galvão, Lênio S.; Ponzoni, Flávio J.** 2020: "Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(1), 229-248. <https://doi.org/10.26848/rbgfv.13.1.p229-248>
- Gorelick, Noel; Hancher, Matt; Dixon, Mike; Llyushchenki, Simon; Thau, David Moore, Rebecca.** 2017: "Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone". *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – IAG/USP.** 2017: *Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP/Seção Técnica de Serviços Meteorológicos*. São Paulo: IAG/USP, 77p.
- Karaseva, Marina O.; Prakash, Satya; Gairola, R M.** 2011: "Validation of high-resolution TRMM-3B43 precipitation product using rain gauge measurements over Kyrgystan". *Theoretical and Applied Climatology*, 108, 147-157. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0509-6>
- Leivas, Janice F.; Andrade, Ricardo G.; Castro-Victoria, Daniel; Torresan, Fábio E.; Bolfe, Edson. L.** 2014: "Monitoramento da seca 2011/2012 no nordeste brasileiro a partir do satélite SPOT-Vegetation e TRMM". *Revista Engenharia na Agricultura*, 22(3), 211-221. <https://doi.org/10.13083/reveng.v22i3.454>
- Marengo, José A.; Nobre, C. A.; Seluchi, M. E.; Cuartas, A.; Alves, L. M.; Mediondo, E.M.; Obregón, G.; Sampaio, G.** 2015: "A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo". *Revista USP*, 106, 31-44.
- Mota, F.; Gonçalves, M.; Aguiar, M.; Adamatti, D.** 2020: Google Earth Engine e sua aplicabilidade na gestão de recursos hídricos. In: *Anais do XI Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais*. SBC, p. 161-170.
- Mutanga, Onisimo; Kumar, Lalit.** 2019: "Google earth engine applications". *Remote Sensing*, 11(5), 591, 2019. <https://doi.org/10.3390/rs11050591>
- Nóbrega Ranyére. S.; Souza, Ênio P. de; Sousa, Francisco A. S.** 2008: "Análise da utilização de dados do satélite TRMM em um modelo hidrológico semi distribuído na bacia do Rio Jamari (RO)". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 1(1), 47-61.
- Nóbrega, Ranyére S.; Souza, Ênio P.; Galvíncio, Josiclêda D.** 2008: "Análise da Estimativa de Precipitação do Trmm em uma Sub-Bacia da Amazônia Ocidental". *Revista de Geografia*, 25(1), 6-20.
- Pereira, Gabriel; Silva, Maria Elisa S.; Moraes, Elisabete C.; Cardozo, Francielle D. S.** 2013: "Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o Brasil". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 18(3), 139-148.
- Rodrigues, Maria A.; Garcia, Sâmia R.; Kayano, Mary T.; Calheiros, Alan J.; ANDREOLI, Rita V.** 2022: "Onset and demise dates of the rainy season in the South American monsoon region: A cluster analysis result". *International Journal of Climatology*, 42(3), 1354-1368. <https://doi.org/10.1002/joc.7307>
- Rosa, R., Lima, S. C.; Assunção, W. L.** 1991: "Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia-MG". *Sociedade & Natureza*, 3, 91-108.
- Santos, B. C.; Souza, P. H.; Vecchia, F. A. S.** 2017: "A caracterização da precipitação do ano hidrológico de 2013-2014 na região de São Carlos/SP e sua repercussão no espaço geográfico". *Revista Brasileira de Climatologia*, 21, 135-152. <https://doi.org/10.5380/abclima.v21i0.51505>
- Sazib, Nazmus; Mladenova, Iliana; Bolten, John.** 2018: "Leveraging the Google Earth Engine for drought assessment using global soil moisture data". *Remote Sensing*, 10(8), 1265. <https://doi.org/10.3390/rs10081265>

- Silva, Ana Luísa Fernandes.** 2018: Estudo de seca na Península Ibérica usando o Google Earth Engine, dissertação de mestrado, Universidade do Porto, Porto (Portugal).
- Silva-Fuzzo, Daniela F.; Prela-Pantano, Angélica; Camargo, Marcelo B. P.** 2015: "Modelagem agrometeorológica para estimativa de produtividade de soja para o Vale do Médio Paranapanema-SP". *Irriga*, 20(3), 490-501.
- Silva-Fuzzo, Daniela. F.; Rocha, Jansle V.** 2016: "Validação dos Dados de Precipitação Estimados Pelo TRMM, para o Estado do Paraná, e sua Contribuição ao Monitoramento Agrometeorológico". *Revista Formação (Online)*, 3(23), 301-316. <https://doi.org/10.33081/formacao.v3i23.4148>
- Soares, Alexleide S. D.; Paz, Adriano R; Piccili, Daniel G. A.** 2016: "Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 21(2), 288-299. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p288-299>
- Soppa, M. A.; Souza, R. B.; Pezzi, L. P.** 2011: "Variabilidade das anomalias de temperatura da superfície do mar no Oceano Atlântico Sudoeste e sua relação com o fenômeno El Niño-Oscilação Sul". *Revista Brasileira de Meteorologia*, 26, 375-391. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000300005>
- Souza, V. C. O.; Parede, D.A.; Volpato, M.M.L.; Alves, H. M. R.** 2019: Aplicações do Google Earth Engine na cafeicultura do sul de Minas Gerais. *X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*.
- Templeton, Scott R.; Perkins, M. Shane; Aldridge, Heather D.; Bridges, William C.; Lassiter, Bridget R.** 2014: "Usefulness and uses of climate forecasts for agricultural extension in South Carolina, USA". *Regional Environmental Change*, 14(2), 645-655. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0522-7>

Vulnerabilidade ambiental e a potencialidade à perda de solos no entorno de atrativos turísticos em paisagens do Cerrado, na bacia hidrográfica do rio Caiapó, Caiapônia (GO) – Brasil

Vulnerabilidad ambiental y potencial de pérdida de suelo alrededor de atractivos turísticos en paisajes del Cerrado, en la cuenca del río Caiapó, Caiapônia (GO) - Brasil


Raiany Cristina Ribeiro Santos

Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil
raianysantos@discente.ufg.br

 ORCID: 0000-0001-9799-6577


Amiel Araujo Soares Santos

Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil
amielarajujo@discente.ufg.br

 ORCID: 0000-0001-7226-8565

Patrícia de Araújo Romão

Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil
patricia_romao@ufg.br

 ORCID: 0000-0002-3607-4373

Ivanilton José de Oliveira

Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil
oliveira@ufg.br

 ORCID: 0000-0002-2718-6947

Información del artículo

Recibido: 29/09/2022

Revisado: 05/07/2023

Aceptado: 14/07/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7325

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminarío Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

A alta bacia do rio Caiapó, localizada no bioma Cerrado, é marcada pela existência de processos erosivos hídricos que modificam substancialmente a paisagem, e alterada por intensa fragmentação da vegetação natural, devido à expansão agropecuária. Em função desse contexto, o objetivo do estudo foi investigar a vulnerabilidade ambiental e a potencialidade à perda de solos na alta bacia do rio Caiapó, no sudoeste do estado de Goiás, Brasil, incluindo o entorno de nove atrativos turísticos. Foram aplicadas as metodologias de Salomão et al. (2012), para avaliação da potencialidade à erosão laminar, e de Crepani et al. (2001), para análise da vulnerabilidade ambiental à perda de solos. Os resultados mostraram a maior parte da área composta por pastagens, associadas à extrema suscetibilidade à erosão, em coincidência espacial com a classe vulnerabilidade ambiental “Medianamente Estável/Vulnerável”, com mais de 70% de ocorrência. Isso demonstra a importância de conservação dos remanescentes localizados no entorno dos atrativos turísticos analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Paisagem, Processos erosivos hídricos, Turismo, Análise ambiental.

RESUMEN

La cuenca alta del río Caiapó, ubicada en el bioma Cerrado, está marcada por la existencia de procesos erosivos hídricos que modifican sustancialmente el paisaje, y está alterada por la intensa fragmentación de la vegetación natural, producto de la expansión agrícola. Con base en este contexto, el objetivo del estudio fue investigar la vulnerabilidad ambiental y el potencial de pérdida de suelo en la cuenca alta del río Caiapó, en el sudoeste del estado de Goiás, Brasil, incluyendo los alrededores de nueve atractivos turísticos. Aplicamos las metodologías de Salomão et al. (2012), para evaluar la potencialidad a la erosión laminar, y de Crepani et al. (2001), para analizar la vulnerabilidad ambiental a la pérdida de suelo. Los resultados mostraron que la mayor parte del área estaba compuesta por pastizales, asociados a extrema susceptibilidad a la erosión, en coincidencia espacial con la clase de vulnerabilidad ambiental “Medio estable/vulnerable”, con más del 70% de ocurrencia. Esto demuestra la importancia de la conservación de los remanentes ubicados alrededor de los atractivos turísticos analizados.

PALABRAS CLAVE: Paisaje, Procesos de erosión hídrica, Turismo, Análisis medioambiental.

Environmental vulnerability and the potential for soil loss around tourist attractions in Cerrado landscapes, in the Caiapó river basin, Caiapônia (GO) - Brazil

ABSTRACT

The upper basin of the Caiapó river, located in the Cerrado biome, is marked by the existence of water erosive processes that substantially modify the landscape, and it is altered by intense fragmentation of the natural vegetation, due to the agricultural expansion. Based on this context, the objective of the study was to investigate the environmental vulnerability and the potential for soil loss in the upper Caiapó river basin, in the southwest of the state of Goiás, Brazil, including the surroundings of nine tourist attractions. The methodologies of Salomão et al. (2012), to assess the potential for laminar erosion, and Crepani et al. (2001), for analysis of environmental vulnerability to soil loss, were applied. The results showed that most of the area was made up of pastures, associated with extreme susceptibility to erosion, in spatial coincidence with the "Mediumly Stable/Vulnerable" environmental vulnerability class, with more than 70% of occurrence. This demonstrates the importance of conservation of remnants located around the analyzed tourist attractions.

KEYWORDS: Landscape, Hydric erosive processes, Tourism, Environmental analysis.

Vulnérabilité environnementale et perte potentielle de sol dans les environs des attractions touristiques dans les paysages du Cerrado, dans le bassin du fleuve Caiapó, Caiapônia (GO) - Brésil

RÉSUMÉ

Le bassin supérieur du fleuve Caiapó, situé dans le biome du Cerrado, est marqué par l'existence de processus érosifs hydriques qui modifient considérablement le paysage et est altéré par l'intense fragmentation de la végétation naturelle, produit de l'expansion agricole. Sur la base de ce contexte, l'objectif de l'étude était d'étudier la vulnérabilité environnementale et le potentiel de perte de sol dans le bassin supérieur du fleuve Caiapó, dans le sud-ouest de l'État

de Goiás, au Brésil, y compris les environs de neuf attractions touristiques. Nous avons appliqué les méthodologies de Salomão et al. (2012), pour évaluer le potentiel d'érosion en nappe, et Crepani et al. (2001), pour analyser la vulnérabilité environnementale à la perte de sol. Les résultats ont montré que la majeure partie de la zone était constituée de prairies, associées à une extrême sensibilité à l'érosion, en coïncidence spatiale avec la classe de vulnérabilité environnementale "Moyenne stable/vulnérable", avec plus de 70% d'occurrence. Cela démontre l'importance de conserver les vestiges situés autour des attractions touristiques analysées.

MOTS-CLÉ: Paysage, Processus d'érosion hydrique, Tourisme, Analyse de l'environnement.

Vulnerabilità ambientale e potenziale perdita di suolo nei dintorni di attrazioni turistiche in paesaggi del Cerrado, nel bacino del fiume Caiapó, Caiapônia (GO) - Brasile

RIASSUNTO

Il bacino superiore del fiume Caiapó, situato nel bioma del Cerrado, è caratterizzato dall'esistenza di processi erosivi idrici che modificano sostanzialmente il paesaggio, ed è alterato dall'intensa frammentazione della vegetazione naturale, prodotto dell'espansione agricola. Sulla base di questo contesto, l'obiettivo dello studio era quello di indagare la vulnerabilità ambientale e il potenziale di perdita di suolo nel bacino superiore del fiume Caiapó, nel sud-ovest dello stato di Goiás, in Brasile, compresi i dintorni di nove attrazioni turistiche. Abbiamo applicato le metodologie di Salomão et al. (2012), per valutare il potenziale di erosione del foglio, e Crepani et al. (2001), per analizzare la vulnerabilità ambientale alla perdita di suolo. Dai risultati è emerso che la maggior parte dell'area è costituita da praterie, associate ad estrema suscettibilità all'erosione, in coincidenza spaziale con la classe di vulnerabilità ambientale "Medio stabile/vulnerabile", con oltre il 70% di occorrenza. Ciò dimostra l'importanza di conservare i resti situati intorno alle attrazioni turistiche analizzate.

PAROLE CHIAVE: Paesaggio, Processi di erosione idrica, Turismo, Analisi ambientale.

Introdução

A paisagem do bioma Cerrado, considerada uma das mais ameaçadas do mundo, encontra-se em um avançado estágio de fragmentação, em função de sua conversão em pastagens e em lavouras, praticamente restando apenas como remanescentes, como é o caso de sua ocorrência no estado de Goiás¹ e especificamente na região de planejamento Oeste Goiano. O desenvolvimento socioeconômico e o crescimento populacional inevitavelmente modificam o meio natural². Essas alterações podem causar fenômenos como perda de biodiversidade, erosão e assoreamento, dentre outros.

Desse modo, diversas pesquisas foram desenvolvidas para a proposição de métodos de avaliação da capacidade e conflito de uso, aptidão agrícola, fragilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade natural e ambiental etc., que indicam condições da paisagem, associadas às características físico-naturais e/ou às alterações antrópicas³. Tais avaliações permitem o entendimento dessas condições e, geralmente, possibilitam também a análise da ocorrência de processos erosivos hídricos, e de sua provável intensificação, se não forem observadas tais características.

Deste contexto destaca-se o município de Caiapônia, que encontra-se em uma região de expansão da agropecuária sobre paisagens do Cerrado e parte dele localiza-se na alta bacia do rio Caiapó, afluente do alto rio Araguaia, a qual possui áreas configuradas como prioritárias para a conservação da biodiversidade do bioma Cerrado⁴. Nestes locais, dos tipos de solos existentes, há a ocorrência expressiva de solos de textura média e de alta erodibilidade. Apesar disso, sobre tais terrenos ocorre o predomínio de atividades agrícolas⁵.

A alteração antrópica dessas paisagens, principalmente com o desmatamento, a abertura de estradas e a ocupação, deixa o terreno exposto à atuação da água de chuvas intensas, acelerando os processos erosivos hídricos e que se associam a características do relevo - curvatura vertical, curvatura horizontal, formas do relevo - e a maturidade e profundidade dos solos. Nas regiões intertropicais brasileiras, principalmente na estação chuvosa os eventos configuram-se em elevados índices pluviométricos, em curtos períodos de tempo⁶.

O desconhecimento da diversidade biológica e ecológica, ou mesmo do potencial turístico de locais, como a alta bacia do rio Caiapó, pode ter contribuído para a transformação das paisagens das savanas, originando paisagens com remanescentes em fragmentação crescente⁷. Com base em questionamentos⁸ referentes ao avanço de tais atividades, associado aos impactos da diminuição da biodiversidade e da degradação dos solos pela ocorrência expressiva de feições relativas aos processos erosivos.

Por outro lado, nessa região encontram-se atrativos ainda pouco explorados, mas de considerável de beleza cênica, como cachoeiras, mananciais de águas transparentes, formações rochosas, entre outras diversas paisagens turísticas. A investigação das vulnerabilidades desses terrenos, associadas às informações relativas ao uso e cobertura atual, pode dar suporte ao entendimento das vulnerabilidades denominadas ambientais⁹. Além disso, reconhece-se o potencial turístico existente na bacia do Caiapó, especificamente no município de Caiapônia, como alternativa, em incentivo a ações ligadas ao ecoturismo, que também dependem da conservação do bioma para sua realização¹⁰.

Tendo em vista este contexto, na presente pesquisa, o objetivo principal consistiu em investigar a vulnerabilidade ambiental e a potencialidade à perda de solos na alta bacia do rio Caiapó, na porção coincidente com o município de Caiapônia (Goiás/Brasil) e que abrange o entorno de nove atrativos turísticos em paisagens do Cerrado. Essa área definida para pesquisa, localizada na região oeste de Goiás (Figura 1), distancia-se de aproximadamente 318 km de Goiânia, capital do estado de Goiás (Brasil).

A pesquisa analisou a vulnerabilidade ambiental à perda de solos e à potencialidade à erosão laminar da área de estudo. A metodologia de avaliação da potencialidade à erosão hídrica laminar segundo Salomão et al. (2012) considera os parâmetros de erodibilidade, declividade e uso e cobertura do solo e a de Crepani et al. (2001), além dessas características envolve ainda, a geomorfologia do local, a geologia e o clima. Desse modo, considerou-se a possibilidade de observar as condições mais críticas quanto à ocorrência dos processos erosivos na área em questão, uma vez que nela ocorre quantidade expressiva de atrativos turísticos e que quase

¹ Lobo; Guimarães, 2008.

² Araújo; Aguiar Netto, 2018. Sanson; Hernández, 2018. Reina, 2023.

³ Giboshi; Rodrigues; Lombardi Neto, 2006. Silva; Rosa, 2019. Pereira; Lombardi Neto, 2004. Ross, 2011.

⁴ Canedo, 2018.

⁵ Faria; Santos, 2016.

⁶ Nascimento et al., 2016.

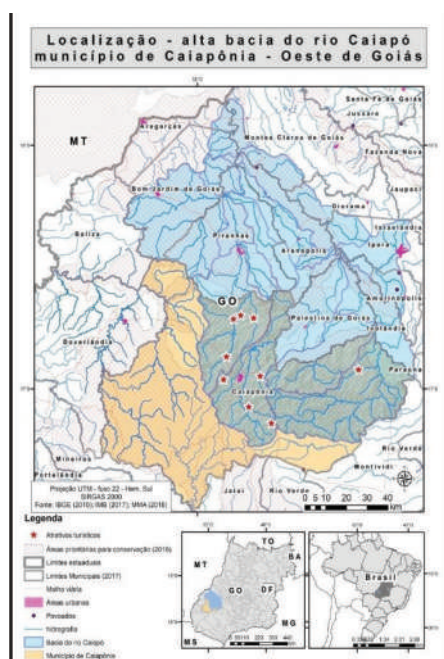
⁷ Faria; Santos, 2016. Carneiro, 2012.

⁸ Castro, 2005.

⁹ Olímpio; Zanella, 2012.

¹⁰ Godinho; Oliveira, 2017.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Os autores.

toda a área consiste em prioritária para conservação, com prioridade classificada como muito alta¹¹.

Parte-se, assim, do pressuposto de que o entendimento do potencial atual de um terreno à erosão e da sua vulnerabilidade ambiental à perda de solos pode viabilizar ações de conservação do Cerrado, contribuindo ao mesmo tempo para a manutenção da sua biodiversidade, o que pode evitar deflagrações de novos processos erosivos e até mesmo minimizar impactos advindos da alteração, principalmente em terrenos que possuam considerável suscetibilidade e/ou vulnerabilidade a esses fenômenos¹².

Desse modo, para que os objetivos fossem alcançados, os procedimentos metodológicos do presente trabalho envolveram principalmente a realização de álgebra de mapas por meio da utilização de recursos de Sistemas de Informações Geográficas, que serão melhor detalhados na sequência.

Procedimentos Metodológicos

Tendo em vista o escopo e o objetivo anteriormente explicitados, a pesquisa em questão partiu de pesquisa documental e bibliográfica sobre as principais temáticas

aqui abordadas, como potencialidade erosiva, vulnerabilidade ambiental, preservação e conservação do Cerrado etc., bem como envolveu a compilação de dados e informações associados à documentação cartográfica, bem como sobre a ocorrência de atividades turísticas especialmente no município.

O mapa de potencialidade à erosão hídrica laminar foi elaborado por meio da adoção de uma metodologia consagrada na literatura¹³. Para isso, foram elaborados os mapas de erodibilidade, de declividade, de suscetibilidade e de uso e cobertura do solo. O mapa de erodibilidade foi gerado a partir da aquisição dos dados vetoriais dos tipos de solos disponibilizados¹⁴. De posse deles, seguiu-se a classificação da erodibilidade (Quadro 1).

Por sua vez, o dado de declividade, de HAND e de Densidade de drenagem foram gerados a partir de imagens da SRTM – Shuttle Radar Topographic Mission (resolução espacial de 30 m). O mapa de declividade foi classificado em porcentagem (0 a 6%, 6% a 12%, 12% a 20% e >20%) de acordo com Salomão et al. (2012) e posteriormente vetorizado. Após a produção dos dados de erodibilidade e de declividade, os dois arquivos foram unidos em um só, originando uma única tabela associada ao arquivo vetorial, e então foi possível, por álgebra de mapa, realizada por meio da edição da tabela de atributos, a obtenção do mapa de suscetibilidade à erosão laminar segundo os critérios dispostos no (Quadro 2).

Para a geração do mapa de potencialidade à erosão laminar, partiu-se dos dados de suscetibilidade, em confronto com os de uso e cobertura do solo. Já em relação à classificação do uso e cobertura do solo¹⁵, em termos do que foi denominado como ação erosiva, ordenada em cinco classes (Quadro 3).

Quadro 1. Classificação da erodibilidade a partir dos tipos de solos

ERODIBILIDADE	UNIDADES PEDOLÓGICAS
1- Muito Alta	Cambissolo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico
2- Alta	Argissolo
3- Média	Nitossolo
4- Baixa	Latossolo Vermelho
5- Não erodível	Gleissolo, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, Organossolo, Neossolo Flúvico em relevo plano

Fonte: Salomão, Canil e Rodrigues (2012).

¹¹ Canedo, 2018.

¹² Salomão; Canil; Rodrigues, 2012. Crepani et al., 2001. Olímpio; Zanella, 2012.

¹³ Salomão; Canil; Rodrigues, 2012.

¹⁴ Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (Emater).

¹⁵ Silva; Oliveira, 2015.

Quadro 2. Critérios adotados na definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar

ERODIBILIDADE	DECLIVIDADE (%)			
	I (>20)	II (12 a 20)	III (6 a 12)	IV (<6)
1- Muito Alta	I	I	II	II
2- Alta	I	II	II	III
3- Média	II	III	III	IV
4- Baixa	III	IV	IV	V
5- Não erodível	Não existe	Não existe	Não existe	V

Fonte: Salomão, Canil e Rodrigues (2012).

Quadro 3. Classificação da ação erosiva e seus respectivos usos

CLASSES	USO E COBERTURA DO SOLO
I – Muito Forte	Infraestrutura urbana, Soja, Outras áreas não vegetadas, outras lavouras temporárias
II – Forte	Cana de açúcar
III – Médio	Floresta plantada, pastagem
IV – Fraco	Formação Campestre, Formação Savânica
V – Muito Fraco	Formação florestais, rios e lagos

Fonte: Silva e Oliveira (2015).

Quanto à determinação das classes de potencialidade à erosão, seguiu-se o que foi determinado em termos de suscetibilidade à erosão laminar associada às classes de uso e cobertura do solo¹⁶, classificando os dados em três classes de potenciais atuais à erosão (I – Alto potencial, II – Médio potencial, III – Baixo potencial), apresentadas no (Quadro 4).

Tendo em vista a observação do potencial atual do terreno à erosão, o trabalho investigou também a vulnerabilidade ambiental à perda de solos, tendo como base uma metodologia também consagrada na literatura¹⁷. Essa metodologia foi desenvolvida a partir dos conceitos de Ecodinâmica¹⁸, cujas unidades de paisagem são analisadas a partir do predomínio de processos de morfogênese ou de pedogênese, associados à vulnerabilidade/estabilidade quanto à perda de solos.

Na pesquisa, adaptou-se a metodologia de avaliação da vulnerabilidade ambiental à perda de solos, por meio de alguns procedimentos. Enquanto essa metodologia parte da avaliação de cinco temas (geomorfologia,

Quadro 4. Critérios adotados na definição das classes de potencial atual à erosão laminar

CLASSES DE SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO LAMINAR	CLASSES DE USO E COBERTURA DO SOLO				
	MFO	FO	MD	FR	MFR
I – Extremamente suscetível	I	I	I	II	III
II – Muito suscetível	I	II	II	III	III
III – Moderadamente suscetível	II	II	II	III	III
IV – Pouco suscetível	II	II	III	III	III
V – Pouco a não suscetível	II	II	III	III	III

*MFO = muito forte; FO = forte; MD = médio; FR = fraco; MFR = muito fraco.

Fonte: Adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (2010).

geologia, solos, vegetação e clima), no presente trabalho utilizou-se o tema uso e cobertura do solo no lugar do dado de vegetação, tornando a avaliação do grau vulnerabilidade natural, desenvolvida por esses autores, na avaliação do grau de vulnerabilidade ambiental à perda de solos¹⁹. Quanto ao tema geomorfologia, segundo sugerido pela metodologia, leva-se em conta a declividade, a amplitude altimétrica das vertentes e o comprimento dos interflúvios, consideraram-se aqui, além da declividade, temas correlatos, envolvendo o modelo HAND – Height Above the Nearest Drainage²⁰ e o de densidade de drenagem, respectivamente.

Assim, o mapa de vulnerabilidade ambiental à perda de solos foi gerado a partir dos mapas de vulnerabilidade dos temas geologia, geomorfologia, solos, uso e cobertura do solo e clima. Para o caso deste último, foi adotado um valor somente²¹, para o caso da bacia do rio do Peixe, também afluente do rio Araguaia, adjacente à bacia do Caiapó. Na padronização dos mapas, seguiu-se o que foi sugerido, disponibilizaram uma paleta de cores (Figura 2).

O grau de vulnerabilidade pode ser quantificado por meio do cálculo da média de cinco temas – Geomorfologia (R), Geologia (G), Solos (S), Vegetação (Vg) e Clima (C) – em relação ao qual substituiu o tema Vegetação pelo tema Uso e cobertura do solo²². Como comentado, tais parâmetros foram analisados a partir de operações de álgebra entre mapas, envolvendo principalmente os procedimentos: (a) união entre arquivos vetoriais (Geoprocessamento > Unir); (b) edição da tabela de

¹⁶ Bertoni; Lombardi Neto, 2010.

¹⁷ Crepani et al., 2001.

¹⁸ Tricart, 1977.

¹⁹ Olímpio e Zanella, 2012.

²⁰ Rennó et al., 2008.

²¹ Tavares, 2021.

²² Crepani et al., 2001.

Figura 2. Escala (RGB) de Vulnerabilidade

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
			VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8		255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	2,5		255	255	0	
U7	2,4		204	255	0	
U8	2,3		153	255	0	
U9	2,2	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	2,1		51	255	0	
U11	2,0		0	255	0	
U12	1,9		0	255	51	
U13	1,8	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	
U14	1,7		0	255	153	
U15	1,6		0	255	204	
U16	1,5		0	255	255	
U17	1,4	ESTÁVEL	0	204	255	
U18	1,3		0	153	255	
U19	1,2		0	102	255	
U20	1,1		0	51	255	
U21	1,0		0	0	255	

Fonte: Crepani et al. (2001).

atributos; e (c) utilização da “Calculadora de campo” para aplicação da Eq. 1.

$$V = \frac{(G+R+S+Vg+C)}{5}$$

Onde:

V = Vulnerabilidade;

G = Vulnerabilidade da Geologia;

R = Vulnerabilidade da Geomorfologia;

S = Vulnerabilidade dos Solos;

Vg = Vulnerabilidade da Vegetação (substituído pelo tema de Uso e cobertura do solo);

C = Vulnerabilidade do Clima.

Para que fosse elaborado o mapa de vulnerabilidade ambiental, os dados de pedologia (solos) foram reclassificados e adaptados a seguir (Quadro 5). A aquisição desses dados foi descrita anteriormente.

Para o mapa de uso e cobertura da terra, foram realizadas as seguintes etapas: (a) aquisição de dados do uso e cobertura a partir do MapBiomas 5.0, retiradas na plataforma do Google Engine; (b) tratamento, recorte e classificação dos arquivos no programa ArcGIS 10.3/ESRI; (c) definição das classes realizada de acordo com o manual disposto no site do MapBiomas 5.0; (d) geração do mapa de vulnerabilidade do uso e ocupação, reclassificado segundo a metodologia (2001c), (Quadro 6).

Para a geração do mapa da vulnerabilidade da geologia, foram realizadas as seguintes etapas: (a) aquisição a um banco de dados secundários, advindo da Superintendência de Geologia e Mineração – SIC; (b) atribuição de valores (Quadro 7) das respectivas classes de vulnerabilidade.

Quadro 5. Classes de solos e o valor de vulnerabilidade natural

TIPOS DE SOLO	VALORES DE VULNERABILIDADE
Neossolo Litólico distrófico	1
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico	2
Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	2
Nitossolo Vermelho eutrófico férrico	2
Latossolo Vermelho ácrico	1
Latossolo Vermelho distrófico férrico	1
Latossolo Vermelho distrófico	1
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	1,3
Gleissolo Haplícodistrófico	3
Cambissolo Háplico eutrófico	2,5
Cambissolo Háplico distrófico	2,5

Fonte: Adaptado de Tavares (2021).

Quadro 6. Uso e Cobertura do Solo e os valores de vulnerabilidade

USO E COBERTURA DE SOLO	VALORES DE VULNERABILIDADE
Formação Florestal	1
Floresta Plantada	1
Formação Savânica	1,5
Campestre	1,5
Pastagem	3
Cana de Açúcar	3
Infraestrutura Urbana	3
Outras Áreas não Vegetadas	3
Recursos Hídricos	2
Soja	3
Outras Lavoura Temporárias	3

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

Para a geração de diversos produtos citados e análise dos resultados alcançados, foi também adquirido um Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir da plataforma SIEG (GO) do Instituto Mauro Borges (IMB), a imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da United States Geological Survey (USGS sigla em inglês), de resolução espacial de aproximadamente 30 m. Esse MDE foi processado e classificado por meio do programa ArcGIS 10.3/ESRI, sendo utilizado para elaboração de outros modelos - HAND e Densidade de drenagem - gerados nesta pesquisa.

Para análise do tema geomorfologia²³, sugerem a análise dos seguintes parâmetros: declividade, HAND

²³ Crepani et al., 2001.

Quadro 7. Classes de Geologia (litologia) e os valores de vulnerabilidade

GEOLOGIA	VALORES DE VULNERABILIDADE
Sedimentos	1
Arenito	1
Arenito / Argilito arenoso	1,5
Depósitos de areia, Depósitos de cascalho	1,5
Depósitos de areia, Depósitos de cascalho, Depósitos de argila	3
Diamictito, Folhelho, Arenito, Siltito	3
Argilito Siltico, Folhelhos	3
Basalto	3
Folhelhos	2
Gabro	3

Fonte: Os autores.

(Height Above the Nearest Drainage) e o de Densidade de drenagem. Dessa forma, são atribuídos valores de vulnerabilidade para cada tema. Assim, para que a vulnerabilidade ao tema Geomorfologia fosse obtido, foram utilizados: a imagem SRTM com resolução 30 m e um arquivo vetorial referente às drenagens da área, gerado pelo IBGE em escala de 1:100.000; ambos adquiridos por meio da plataforma SIEG/IMB/GO.

A partir da imagem SRTM, o modelo HAND, utilizado em substituição ao tema denominado de amplitude altimétrica, evidenciou o desnível da superfície em relação à drenagem mais próxima, construído por meio da ferramenta *Hydrological Tools (TerraViewHidro 0.0.4)* e da declividade, resultante da função “Declividade” (ArcToolbox> Ferramentas *Spatial Analyst*> Superfície > Declividade), ferramentas do *ArcGIS 10.3/ESRI*. O índice morfométrico da densidade de drenagem, em substituição ao tema denominado, dissecação horizontal do relevo foi elaborado a partir da função “Densidade de Linha”, utilizando-se os dados de drenagem supra descritos.

Ao final da etapa citada e com os dados morfométricos prontos, foi realizada a reclassificação, com a função “Reclassificar” (ArcToolbox> Ferramentas *Spatial Analyst*> Reclassificar> Reclassificar); em sequência a transformação do dado matricial para o dado vetorial (ArcToolbox> Ferramentas de Conversão > Do Raster>Raster para polígono). Após essas etapas aplicou-se a função união (Geoprocessamento > Unir) e a álgebra dos mapas, utilizando a “Calculadora de campo”, seguindo-se a Eq. 1.

$$R = \frac{G + A + D}{3}$$

Onde:

R = Vulnerabilidade da Geomorfologia;

G = Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação Horizontal (adaptada pela utilização do modelo de Densidade de drenagem);

A = Vulnerabilidade atribuída à Amplitude Altimétrica (adaptada pela utilização do modelo HAND);

D = Vulnerabilidade atribuída à Declividade.

Para a produção da vulnerabilidade da declividade a partir do MDE, cuja aquisição foi anteriormente descrita, foi gerado um mapa de declividades em porcentagens e classificado²⁴ (Quadro 8). Em relação ao grau de dissecação horizontal, foi utilizado o modelo de densidade de drenagem, de acordo com os valores encontrados para a área de estudo (Quadro 9), segundo o que foi sugerido²⁵. Quanto à amplitude altimétrica das vertentes, o grau de vulnerabilidade foi adaptado para os valores encontrados para o modelo HAND, (Quadro 10).

Quanto ao grau de vulnerabilidade para o tema Clima, para a bacia contígua analisada, como comentado,

Quadro 8. Classes de Declividade (%) e os valores de vulnerabilidade para o tema

DECLIVIDADE	VALORES DE VULNERABILIDADE
0-2%	1
2-6%	1,5
6-20%	2
20-50%	2,5
>50%	3

Fonte: Crepani et al. (2001).

Quadro 9. Valores de Densidade de drenagem e o valores de vulnerabilidade

DENS. DE DRENAGEM (m/m ²)	VALORES DE VULNERABILIDADE
0 - 0,5	1
0,5 - 1,0	1,1
1,0 - 1,5	1,2
1,5 - 2,0	1,3
2,0 - 2,5	1,4

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

²⁴ Crepani et al., 2001.

²⁵ Florenzano, 2008.

Quadro 10. Valores do modelo HAND e os valores de vulnerabilidade

HAND (m)	Valores VULN.	HAND (m)	Valores VULN.	HAND (m)	Valores VULN.
<20	1,0	77,0 – 84,5	1,7	141,5 – 151,0	2,4
20,0 – 29,5	1,1	84,5 – 94,0	1,8	151,0 – 160,5	2,5
29,5 – 39,0	1,2	94,0 – 103,5	1,9	160,5 – 170,0	2,6
39,0 – 48,5	1,3	103,5 – 113,0	2,0	170,0 – 179,5	2,7
48,5 – 58,0	1,4	113,0 – 122,5	2,1	179,5 – 189,0	2,8
58,0 – 67,5	1,5	122,5 – 132,0	2,2	189,0 – 200,0	2,9
67,5 – 77,0	1,6	132,0 – 141,5	2,3	> 200,0	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

foi considerado um valor igual a 1,6 para toda a bacia, tendo sido o mesmo aqui adotado²⁶, que expressa a intensidade pluviométrica entre 175mm a 200mm.

Resultados e Discussões

A área de estudo possui altitudes entre 476 e 1 044 m. A variação dessas altitudes, com consideráveis desníveis, relaciona-se à ocorrência das cachoeiras nas áreas em que as maiores amplitudes altimétricas ocorrem. Por se configurar na porção da alta bacia do rio Caiapó, somente a parte leste da área apresenta menores variações altimétricas. Com o dado extraído de um mapa de declividade feito ao decorrer deste projeto, percebe-se que na maior parte da área ocorre relevo plano (0 a 6%), principalmente na porção noroeste. Apresenta maiores inclinações da declividade próximo ao divisor de águas, na parte sul, próximo às bordas das áreas planas e mais altas. As áreas mais inclinadas indicam maior probabilidade de ocorrerem maiores velocidades de fluxo e, por isso, maiores perdas de solo. As áreas com declividade maior que 20% ocorrem em pequenas porções dessa parte da bacia. Pode ser destacado também que os atrativos turísticos ocorrem predominantemente em áreas com relevo mais movimentado.

Já o mapa de erodibilidade (Figura 3) apresenta uma quantidade expressiva de áreas classificadas como de muito alta erodibilidade, correspondentes a solos do tipo Cambissolo e Neossolo Quartzarênico. Já solos como Argissolos, considerados de alta erodibilidade, ocorrem em menores partes da área. O Nitossolo Vermelho, classificado em média erodibilidade, tem

ocorrência pontual. Uma grande parte da área de estudo composta por solos do tipo Latossolos foi considerada de baixa erodibilidade, estando na porção noroeste da área. Os solos do tipo Gleissolo apresentaram-se pouco expressivos.

O mapa de suscetibilidade à erosão hídrica laminar (Figura 4) representou claramente as áreas mais planas configuradas como pouco a não suscetíveis, uma vez que os solos que aí ocorrem são do tipo Latossolo. Porém, destaca-se que nos locais onde esses solos de textura média, a erodibilidade será maior e isso diminuirá sua resistência à ocorrência desse processo. Em expressiva parte da área ocorrem classes muito suscetíveis a extremamente suscetíveis, o que pode ser observado abrangendo quase a metade da área, em terrenos que se encontram no entorno dos atrativos.

Da observação do uso e cobertura do solo na área (Figura 5), percebe-se que grande parte da utilização por atividades relativas à agricultura, principalmente associadas ao plantio de soja, nas áreas classificadas como pouco a não suscetível, o que pode intensificar ou mesmo deflagrar processos erosivos laminares, caso ocorram baixas declividades, porém extensas rampas.

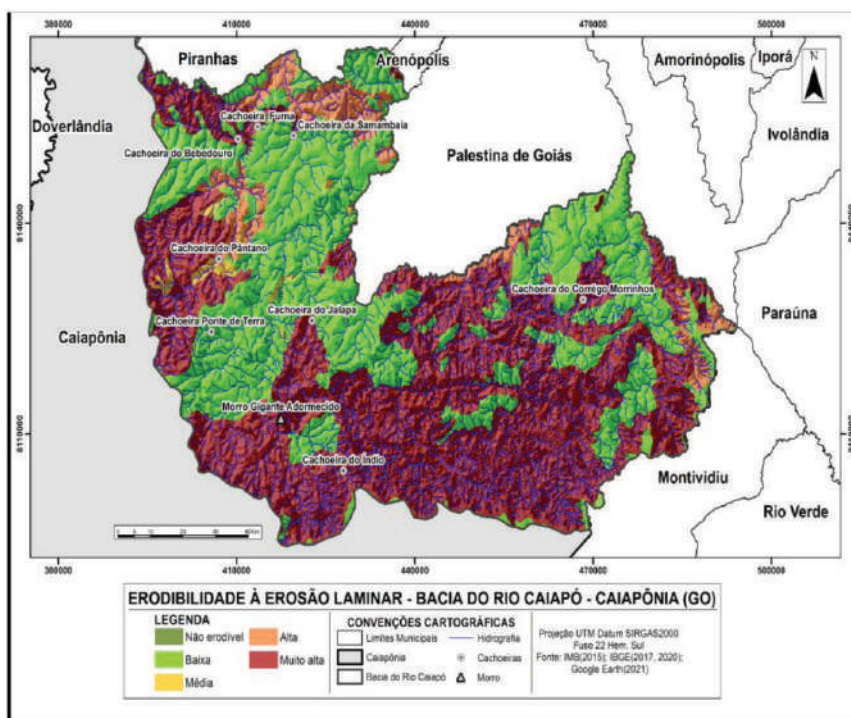
A potencialidade da erosão, por sua vez, pode ser observada a partir dos mapas da (Figura 6), na comparação dos mapas de suscetibilidade à erosão com o de uso e ocupação do solo. Associado às áreas com Extrema Suscetibilidade e Muito Suscetíveis à erosão, o uso é compreendido por áreas de pastagem, com alguns resquícios de vegetação natural. As ocupações relacionadas a atividades de agricultura, tanto de soja quanto de cana de açúcar e de outras lavouras temporárias, bem como a infraestrutura urbana, estão inseridas em áreas de moderadamente suscetíveis a pouco suscetíveis, e também em áreas não suscetíveis. Quanto aos atrativos, a maior parte encontra-se em área de alto potencial à erosão laminar.

A vulnerabilidade ambiental à perda de solos, por sua vez, foi analisada quanto às condições relacionadas aos temas em específico, tendo sido considerado que, de um modo geral, o tema geomorfologia foi determinante na definição de valores médios, classificando a maior parte da área em medianamente estável/vulnerável (Figura 7 e Quadro 11).

Quanto à geologia, foi possível observar que os valores entre 2,6 e 2,8 ocuparam a maior parte da área, com rochas referentes a folhelhos, diamictitos, arenitos e siltitos. Os valores mais altos quanto a esse tema (3,0) corresponderam aos sedimentos recentes e aos depósitos de areia, cascalho e argila. Os valores intermediários

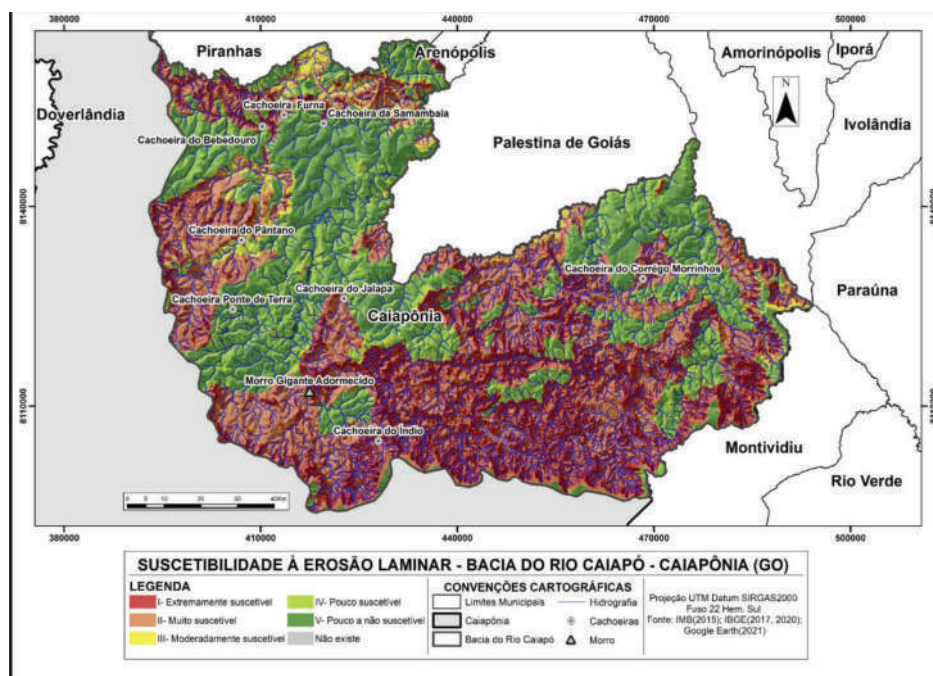
²⁶ Tavares, 2021.

Figura 3. Mapa de Erodibilidade à erosão laminar da Bacia do Rio Caiapó (Caiapônia/Goias)



Fonte: Os autores.

Figura 4. Mapa de Suscetibilidade à erosão laminar da Bacia do Rio Caiapó (Caiapônia/Goias)



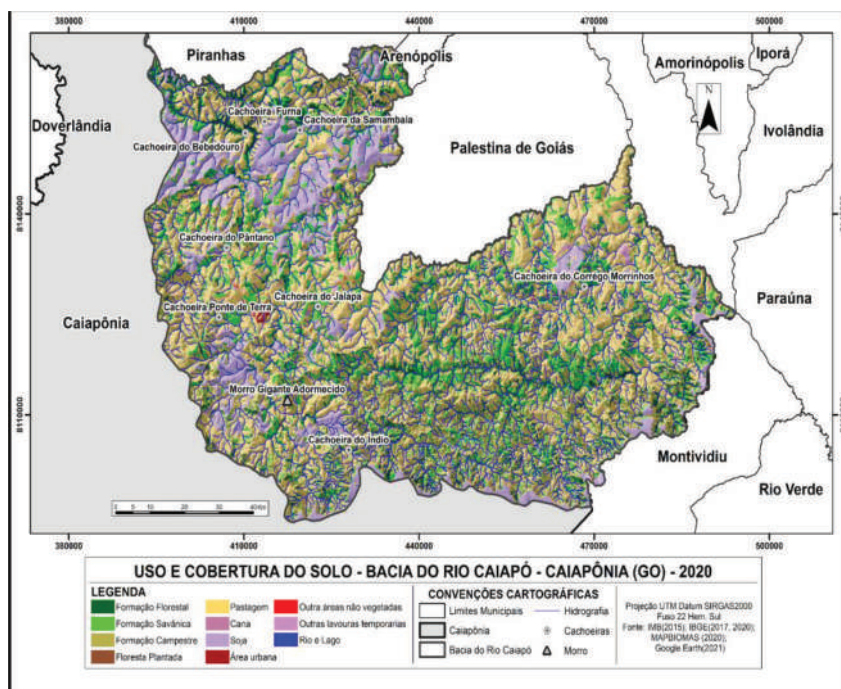
Fonte: Os autores.

aos arenitos, e os mais baixos (1,5 e 1,6), aos argilitos, siltitos e basalto.

Levando em consideração a declividade, foi possível observar que as áreas com relevos mais planos (de 0-2 e de 2-6%) são áreas extensas, correspondentes a baixos

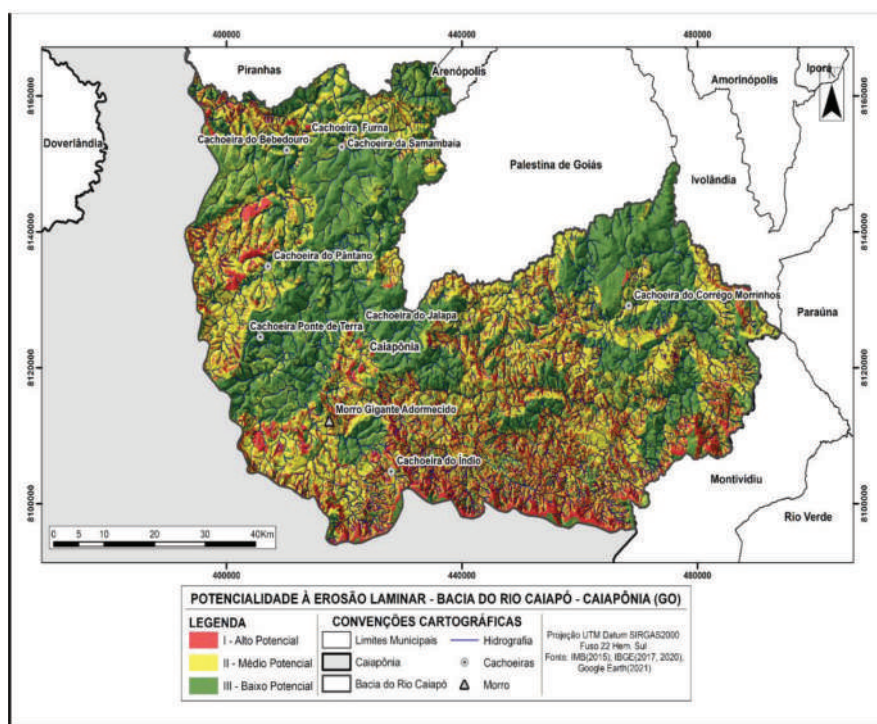
valores de vulnerabilidade ambiental. As áreas com relevo mais ondulado próximo à parte mais alta da bacia são áreas correspondentes a declividades entre 6-20 e 20-50%. Já as áreas mais vulneráveis, com valores correspondem às áreas situadas em topos de morros, cujas

Figura 5. Mapa de Uso e cobertura da Bacia do Rio Caiapó (Caiapônia/Goias - 2020)



Fonte: MapBiomias (2020).

Figura 6. Mapa de Potencialidade à erosão laminar da Bacia do Rio Caiapó (Caiapônia/Goias)

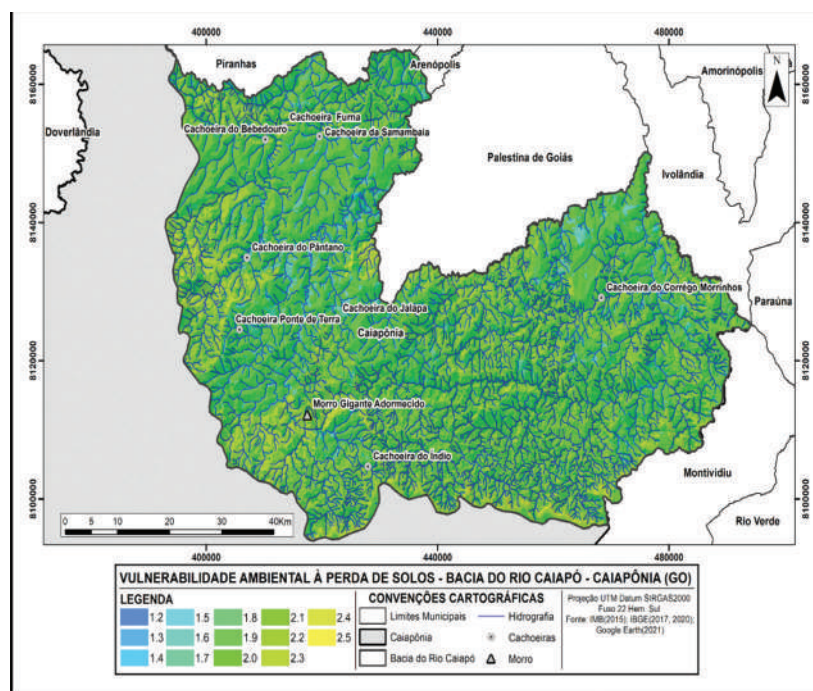


Fonte: Os autores.

encostas possuem declividades maiores que 50%. Associados a estas áreas predominantes, a densidade de drenagem mais frequente ficou em torno dos valores mais baixos, o que aparentemente não refletiu a dissecação existente na área, talvez por causa da escala da fonte dos dados. Quanto aos desníveis expressando a

amplitude altimétrica, analisados por meio do modelo HAND, observou-se que os valores predominantes associam-se aos desníveis de até 48,5 m, correspondentes aos valores predominantes de vulnerabilidade ambiental classificados como medianamente estável/vulnerável.

Figura 7. Mapa de Vulnerabilidade ambiental à perda de solos na Bacia do Rio Caiapó (Caiapônia/Goias)



Fonte: Os autores.

Quadro 11. Grau de Vulnerabilidade Ambiental na Bacia do Rio Caiapó (Caiapônia/Goias)

GRAU DE VULNERABILIDADE	MÉDIA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Estável	1.2	0,28	0,09
	1.3	3,77	
Moderadamente Estável	1.4	9,22	10,41
	1.5	92,42	
	1.6	240,28	
	1.7	93,70	
Medianamente Estável/Vulnerável	1.8	229,35	74,47
	1.9	1391,03	
	2.0	472,41	
	2.1	181,91	
	2.2	914,60	
	2.3	575,21	15,03
Moderadamente Vulnerável	2.4	64,97	
	2.5	3,71	

Fonte: Os autores.

Quanto à vulnerabilidade em confronto com os tipos de solos, as áreas com menores valores são compostas por solos do tipo Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo. Os solos do tipo Argissolo e Nitosolo corresponderam aos valores de vulnerabilidade

médios e os do tipo Cambissolo e do tipo Neossolo Quartzarênico, aos maiores valores. Apesar de os Gleissolos ocorrerem em pequenas áreas destaca-se sua alta vulnerabilidade.

Já o uso e ocupação do solo cujo predomínio ocorre por atividades relacionadas à agropecuária, configurando extensas áreas de pastagem e uma quantidade expressiva de áreas ocupadas por atividades de agricultura, associando-se à vulnerabilidade ambiental à perda de solos de grau mais alto. As áreas com pequenos remanescentes de vegetação natural possuem os menores graus de vulnerabilidade ambiental.

Os dados de potencialidade à erosão e vulnerabilidade ambiental trouxeram resultados que mostram que a área de estudo se encontra em risco, principalmente as com uso antrópico, os atrativos turísticos pelo seu relevo e as classificação que foi de médio potencial e alto potencial à erosão associadas a medianamente estável/vulnerável, expõem a suscetibilidade dessas áreas, sendo então de suma importância o manejo planejado da mesma.

Considerações finais

A bacia do rio Caiapó tem considerável importância para a manutenção da biodiversidade da região e

por fazer parte da bacia do rio Araguaia. Destacam-se nesta pesquisa, as ocorrências com condições de extrema suscetibilidade e alta potencialidade à erosão laminar, sugerindo a manutenção dos remanescentes ainda presentes na alta bacia. Destacam-se de igual modo essas condições de alto potencial erosivo, bem como os graus médios aos maiores, associado a áreas de pastagens e aos entornos da maioria dos atrativos turísticos.

Sendo assim, tornam-se necessários mais estudos nesse sentido, pois além de ser uma região economicamente importante quanto à produção agropecuária, o que pode ser observado por meio do uso e cobertura do solo, ocorre uma quantidade expressiva de atrativos turísticos, associada a paisagens principalmente relacionadas à existência de cachoeiras. Os fatos aqui apresentados enfatizam a necessidade de criação de medidas tais que essas atividades sejam realizadas de modo a provocarem menos alterações possíveis e, portanto, menos impactos negativos, a partir do conhecimento da suscetibilidade e da potencialidade à erosão, bem como das vulnerabilidades à perda de solos do entorno dos atrativos turísticos.

Referências

- Araújo, S. S. y Aguiar Netto, A. O.** 2018: "(Un) sustainability in the lower course of Sao Francisco River in the States Sergipe and Alagoas (Brazil)". *Agua y territorio/Water and Landscape*, 11, 83-95. <https://doi.org/10.17561/at.11.2956>
- Bertoni, J. y Lombardi Neto.** 2010: *Conservação do solo*. São Paulo (Brasil), Ícone.
- Canedo, G. S.** 2018: *Análise da estrutura da paisagem na sub-bacia do Rio Caiapó (GO)*. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia (Brasil).
- Carneiro, G. T.** 2012: *Processo de fragmentação e caracterização dos remanescentes de cerrado: análise ecológica da paisagem da bacia do rio dos Peixes (GO)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia (Brasil).
- Castro, S. S.** 2005: "Erosão hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia: Distribuição, Condicionantes, Origem e dinâmica atual". *Revista do Departamento de Geografia – USP*, 17, 38-60. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0004>.
- Crepani, E., Medeiros, J.S., Hernandez Filho, P., Florenzano, T. G; Duarte, V. y Barbosa, C. C. F.** 2001: *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial*. São José dos Campos (Brasil), INPE.
- Faria, K. y Santos, R. A.** 2016: "Análise espacial da densidade de fragmentos remanescentes e da estrutura da paisagem na sub-bacia do Rio Caiapó-GO". *Ateliê Geográfico*, 10 (2), 115-127. <https://doi.org/10.5216/ag.v10i2.38627>
- Florenzano, T. G.** 2008: "Cartografia", em: Florenzano, T. G. (Org.), *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo (Brasil), Oficina de Textos, 105-128.
- Giboshi, M. L., Rodrigues, L. H. A. y Lombardi Neto, F.** 2006: "Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 10 (4), 861-866. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000400012>.
- Godinho, G. R. y Oliveira, J. I.** 2017: "Políticas públicas para promoção do turismo e suas repercussões no território goiano". *ENANPEGE*, 12, Porto Alegre (Brasil). 12066-12074.
- Lobo, F. y Guimarães, L. F.** 2008: "Vegetação Remanescente nas Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade em Goiás: Padrões de Distribuição e Características". *Boletim Goiano de Geografia*, 28 (2), 89-104. <https://doi.org/10.5216/bgg.v28i2.5726>
- Nascimento, D. T. F., Romão, P. A., Sales, M. M., Vargas, C. A. L. y Amaral C. S.** 2016: "Mapeamento da suscetibilidade e potencialidade a processos erosivos laminares e lineares ao longo do duto OSBRA da PETROBRAS". *Geociências*, 35(4), 585-597.
- Olímpio, J. L. S. y Zanella, M. E.** 2012: "Emprego das geotecnologias na determinação das vulnerabilidades natural e ambiental do município de Fortaleza/CE". *Revista Brasileira de Cartografia*, 64(1), 01-14.
- Pereira, L. C. y Lombardi Neto, F.** 2004: *Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica*. Jaguarauína (Brasil), Embrapa Meio Ambiente.
- Reina, A. G.** 2023: "Cambio en los patrones territoriales y análisis diacrónico de inundabilidad y erodabilidad en cuencas de la provincia de Málaga (1956-2010)". *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 21, 69-83. <https://doi.org/10.17561/at.21.6368>.
- Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hondneer, G., Tomassella, J. y Waterloo J.** 2008: "HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia". *Remote Sensing of Environment*, 112 (9), 3469–3481. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.03.018>.
- Ross, J. L. S.** 2011: "Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados". *Revista do Departamento de Geografia*, 8, 63-74. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>
- Salomão, F. X. T., Canil, K. y Rodrigues, S. P.** 2012: "Exemplo de aplicação da geologia de engenharia no controle preventivo e corretivo dos processos erosivos". *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, 2 (2), 39-56.

- Sanson, L. M. y Hernández, F. G.** 2018: "Apropiación territorial y recursos hídricos en la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta". *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 12, 133-144. <https://doi.org/10.17561/at.12.3505>.
- Silva, A. S. y Rosa, R.** 2019: "Mapa de capacidade e potencial do uso da terra do município de Catalão (GO)". *Caderno de Geografia*, 29 (59), 954-977. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n59p954>.
- Silva, G. G. y Oliveira, L. N.** 2015: "Análise da suscetibilidade e potencial à erosão laminar no município de São Miguel do Araguaia – GO." *Anais, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, 17, João Pessoa. João Pessoa (Brasil), INPE. 6511-6518.
- Tavares, K. S. R.** 2021: *Adaptação do fator geomorfológico na metodologia de mapeamento da vulnerabilidade à perda de solos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia (Brasil).
- Tricart, J.** 1977: *Ecodinâmica. Recursos Naturais e meio ambiente*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE.

A bacia hidrográfica e sua topografia: implicações na paisagem do Rio dos Mangues, Bahia, Brasil

The river basin and its topography: landscape implications of Mangues river, Bahia, Brazil

Elfany Reis do Nascimento Lope

Universidade Federal do Sul da Bahia
elfany@csc.ufsb.edu.br

 ORCID: 0000-0003-1269-3986

Caroline Coutinho de Oliveira

Universidade Federal do Sul da Bahia
carollufsb2016@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-5103-5233

Información del artículo

Recibido: 28 de mayo de 2022

Revisado: 10 de febrero de 2023

Aceptado: 27 de abril de 2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7169

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

O estudo analisou a fragmentação florestal em função dos atributos topográficos existentes na bacia hidrográfica do Rio dos Mangues entre 1990 a 2018. Segmentou-se a área de vegetação dos mapeamentos temporais de uso do solo da cidade de Porto Seguro, classificando-os em tamanhos pequenos, médios e grandes. Extraíu-se para cada fragmento a média das cotas altimétricas e declividade, obtidos por modelo digital de elevação. Analisou-se a adequação do Plano Diretor Urbano e do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica como instrumentos para a conservação da bacia hidrográfica. Identificou-se o aumento da fragmentação florestal na bacia hidrográfica, seguindo os padrões de fragmentação em áreas atlânticas, com fragmentos menores em áreas mais baixas e planas. Os instrumentos de gestão são potenciais para a gestão da bacia hidrográfica, mas possuem metas ainda não realizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Fragmentação Florestal, Declividade, Hipsometria.

ABSTRACT

The study analyzed forest fragmentation as a function of existing topographic attributes in Mangues River Basin between 1990 and 2018. The vegetation area was segmented from the temporal mapping of land use in Porto Seguro city, classifying in small, medium and large sizes. For each fragment was extracted the average of altimetrics and slope, obtained by digital elevation model. The area adequacy were analyzed with instruments Urban Plan and Atlantic Forest Municipal Plan. An increase in forest fragmentation in the hydrographic basin was identified, with smaller fragments in lower and flatter areas. Management instruments are potential for the management of the watershed, but they have goals that have not yet been achieved.

KEYWORDS: Forest Fragmentation, Slope, Hypsometry.

La cuenca de agua y su topografía: implicaciones en el paisaje del Rio dos Mangues, Bahía, Brasil

RESUMEN

El estudio analizó la fragmentación de los bosques según los atributos topográficos existentes en la cuenca del Río dos Mangues entre 1990 y 2018. El área de vegetación fue segmentada a partir del mapeo temporal de uso de suelo en la ciudad de Porto Seguro, clasificándolas en pequeñas, medianas y tallas grandes. Para cada fragmento se extrajo el promedio de elevaciones altimétricas y pendiente, obtenido por modelo de elevación digital. Se analizó la adecuación del Plan Director Urbano y del Plan Municipal de Conservación y Recuperación de la Mata Atlántica como instrumentos para la conservación de la cuenca hidrográfica. Se identificó un aumento de la fragmentación forestal en la cuenca hidrográfica, siguiendo los patrones de fragmentación en las zonas atlánticas, con fragmentos más pequeños en las zonas más bajas y planas. Los instrumentos de gestión son potenciales para el manejo de la cuenca, pero tienen metas que aún no se han logrado.

PALABRAS CLAVE: Fragmentación forestal, Declive, Hipsometría.

Le bassin aquatique et sa topographie : implications sur le paysage de Rio dos Mangues, Bahia, Brésil

RÉSUMÉ

L'étude a analysé la fragmentation des forêts en fonction des attributs topographiques existant dans le bassin versant du Rio dos Mangues entre 1990 et 2018. La zone de végétation a été segmentée à partir de la cartographie temporelle de l'utilisation des terres dans la ville de Porto Seguro, en les classant en petites, moyennes et grandes tailles. Pour chaque fragment, la moyenne des élévations altimétriques et de la pente, obtenue par modèle numérique d'élévation,

a été extraite. L'adéquation du plan directeur urbain et du plan municipal de conservation et de récupération de la forêt atlantique a été analysée en tant qu'instruments de conservation du bassin hydrographique. Une augmentation de la fragmentation forestière dans le bassin hydrographique a été identifiée, suivant les schémas de fragmentation dans les zones atlantiques, avec des fragments plus petits dans les zones basses et plus plates. Les instruments de gestion sont potentiels pour la gestion du bassin versant, mais ils ont des objectifs qui n'ont pas encore été atteints.

MOTS-CLÉ: Fragmentation forestière, Déclivité, Hypsométrie.

Il bacino e la sua topografia: implicazioni sul paesaggio del Rio dos Mangues, Bahia, Brasile

RIASSUNTO

Lo studio ha analizzato la frammentazione forestale secondo gli attributi topografici esistenti nello spartiacque del Rio dos Mangues tra il 1990 e il 2018. L'area vegetale è stata segmentata dalla mappatura temporale dell'uso del suolo nella città di Porto Seguro, classificandola in piccola, media e grandi formati. Per ogni frammento è stata estratta la media delle quote altimetriche e delle pendenze, ottenute dal modello digitale di elevazione. L'adeguatezza del Piano Regolatore Urbanistico e del Piano Comunale per la Conservazione e il Recupero della Foresta Atlantica sono stati analizzati come strumenti per la conservazione del bacino idrografico. È stato individuato un aumento della frammentazione forestale nel bacino idrografico, seguendo gli schemi di frammentazione nelle aree atlantiche, con frammenti più piccoli nelle aree più basse e pianeggianti. Gli strumenti di gestione sono potenziali per la gestione dello spartiacque, ma hanno obiettivi che non sono stati ancora raggiunti.

PAROLE CHIAVE: Frammentazione forestale, Declino, Ipsometria.

INTRODUÇÃO

A paisagem é a representação de um período histórico, resultado da construção e evolução da integração entre natureza e sociedade, contemplando aspectos físicos, bióticos e culturais. Sua identificação nos permite explorar estudos e análises que irão compreender a dinâmica e transformações ocorridas em um determinado local ou ambiente, em decorrência das interações natureza-sociedade¹.

Como parte fundamental nessa identificação, compreender as consequências dessas interações contribui na execução de estudos de caráter ambiental para o diagnóstico e definição de políticas públicas a fim de incentivar formas de uso sustentável. E uma das principais consequências dessas interações, resultado do uso e ocupação do solo em áreas de vegetação é a fragmentação florestal². Ao avaliar padrões de fragmentação de florestas tropicais, observou-se que um regime de desmatamento aleatório, gera ao longo prazo um aumento no número total de fragmentos florestal em tamanho reduzido. Padrões similares desse tipo de fragmentação em zonas tropicais são evidentes na Mata Atlântica brasileira³.

Caracterizado como um recorte da paisagem, a fragmentação florestal transforma em pequenas áreas isoladas o que anteriormente pertenciam a áreas contínuas de floresta, provocando a perda de biodiversidade, o isolamento e, em graus mais complexos, a extinção de espécies⁴. A fragmentação florestal intensifica o processo de separação de ambientes naturais em ambientes isolados, que culminam na perda de biodiversidade, interferindo na qualidade e quantidade de recursos hídricos, influenciando assim as limitações de seus usos.

As formas de ocupação e uso do solo interferem diretamente na qualidade dos recursos hídricos, sendo esse um bem finito, vem sofrendo com grandes consequências da exploração e desmatamento, descarga de efluentes domésticos e resíduos agrícolas, lixiviação e erosão. Tais impactos predisõem a riscos que cooperem para a indisponibilidade da água para o abastecimento público, com aumento nos custos para tratamento e modificações excessivas na paisagem⁵.

Dentre as atuais formas de ocupação por outros usos, o incentivo a fragmentação na floresta atlântica

também tem relação com o fator topográfico. A partir da localização da área as características de altitude e declividade podem influenciar o desmatamento da vegetação e a sua conversão em áreas antrópicas produtivas. As variações topográficas são capazes de induzir a heterogeneidade estrutural na floresta que representam um fator de potencial influência na sua dinâmica, facilitando ou limitando padrões de uso da terra que potencializem a fragmentação⁶.

Nesses termos, a investigação das características topográficas representam relevantes aspectos para compreender a dinâmica da fragmentação florestal e podem auxiliar na elucidação de como se dá o uso da terra e a substituição de áreas naturais em antrópicas. Em relação às áreas situadas em Mata Atlântica, relevam-se que os fatores topográficos, determinam fenômenos e processos florestais e, por isso, devem ter relevância investigativa⁷.

Os estudos que buscam relações entre topografia e fragmentação desenvolvem-se sob aspectos quantitativos e comparativos, com análise entre os fragmentos presentes em diferentes altitudes, declividades ou vertentes⁸. Esses estudos têm evidenciado que locais mais elevados e declivosos são mais conservados.

Em um contexto regional, o Sul da Bahia tem passado por transformação da paisagem nos últimos 34 anos⁹, especialmente por um contexto turístico que incentiva a expansão urbana e pelo fomento agropecuário e silvícola, reflexo do aumento na demanda de atividades que movimentam o setor econômico regional. Quando combinada com unidades de gerenciamento hídrico, a fragmentação e as bacias hidrográficas, os impactos tornam-se sinérgicos nos elementos físicos, bióticos e socioeconômicos.

Nesse contexto, é reforçada a importância da investigação do padrão de fragmentação em áreas de relevância hídrica, já que as bacias hidrográficas são consideradas unidades básicas de planejamento, para o desenvolvimento de políticas públicas diversas que podem contribuir no planejamento, inclusive pelo Plano Diretor (PD) como instrumento de desenvolvimento urbano e pelo Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) para a integração e de inclusão da variável ambiental ao sistema de planejamento municipal. Partindo dessas premissas, o estudo

¹ García-Rivero et al., 2019, 27-171. Barbosa, 2019, 136.

² Andrade et al., 2020, 30-406.

³ Taubert et al., 2018, 519-522.

⁴ Andrade et al., 2020a, 30-406.

⁵ Sampaio e Pinto, 2022, 199-233.

⁶ Robert e Moravie, 2003, 697-707. Rosa et al., 2017, 371-388.

⁷ Dias e Coelho, 2011, 3-14.

⁸ Adbala e Cruz, 2015, 169-184. Saito et al., 2016, 201-210. Rosa et al., 2017a, 371-388. Santos et al., 2017, 76-85.

⁹ Ramos, Nuvoloni e Lopes, 2022, 126152.

analisou a fragmentação florestal em função dos atributos topográficos existentes na bacia hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia, a fim de avaliar a evolução temporal da paisagem no contexto da vegetação natural, declividade e hipsometria.

METODOLOGIA

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues possui área de 3511,79 ha, está localizada no município de Porto Seguro, na região Sul do Estado da Bahia, nordeste brasileiro conforme figura 1. Com coordenadas 16°21'00"S e 39°9'36"E e 16°25'00"S e 39°3'00"E, encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica, com nascente do canal localizada dentro da área de uma unidade de conservação área da Reserva Particular do Patrimônio Natural - Estação Veracel.

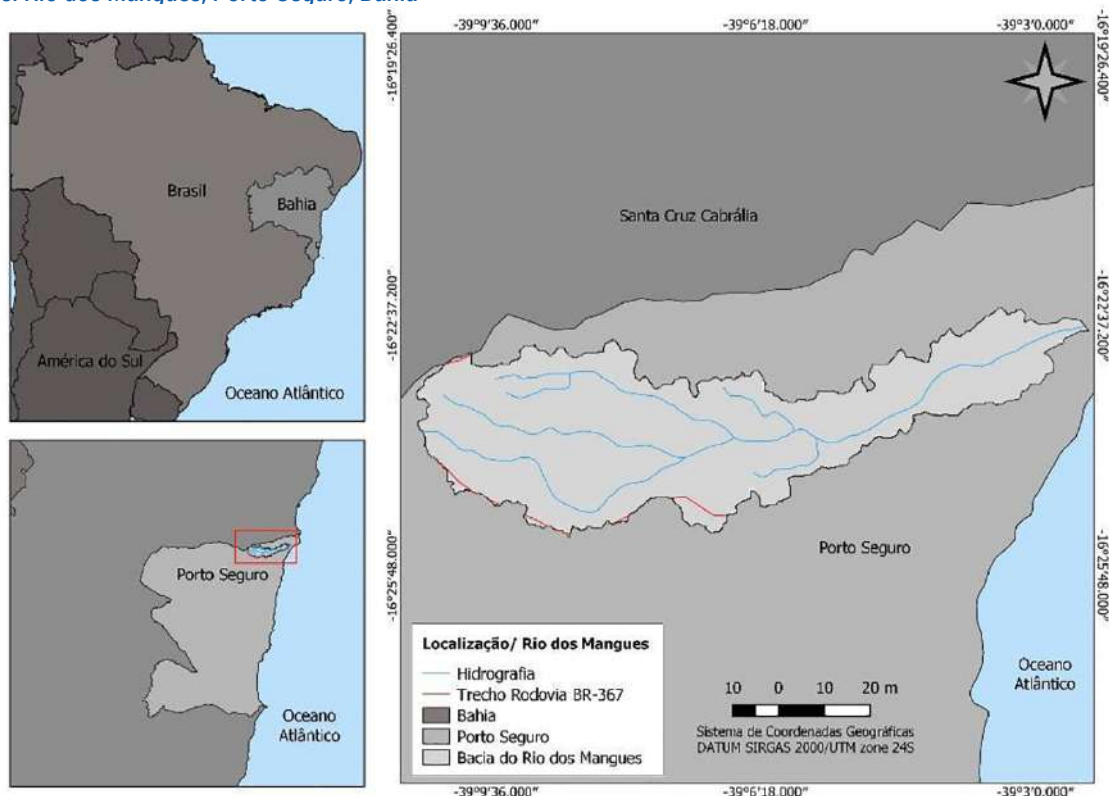
A bacia do Rio dos Mangues atende à captação de água para o sistema de abastecimento da cidade, atendendo parte da população pelo fornecimento de água tratada e canalizada, especialmente na região norte do município de Porto Seguro.

O município encontra-se inserido no território de identidade Costa do Descobrimento, estando a 701 Km da capital baiana. O município possui 2.408,50 Km², estimativa populacional em 152.529 habitantes, e densidade demográfica de 52,70 hab./km²¹⁰. Por sua localização estar em uma região litorânea, as atividades econômicas são o turismo e artesanato, porém, toda a região Sul da Bahia tem evidenciado o crescimento na agricultura, pecuária e silvicultura.

1.2 MÉTODOS

Foram utilizados arquivos vetoriais de uso da terra dos anos de 1990, 1996, 2001, 2007, 2013 e 2018, cedidos gratuitamente pelo Fórum Florestal da Bahia. Os

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Ubicación de la Cuenca del Río dos Manques, Porto Seguro, Bahía



Fonte: Autoria.

¹⁰ IBGE, 2021. SEI, 2014, 130.

mapeamentos foram segmentados para a área de estudo e extraídas as áreas de floresta atlântica. Os fragmentos florestais foram segmentados por tamanho, sendo pequenos (≤ 5 hectares), médio (> 5 e 50 hectares) e grandes (> 50 ha)¹¹.

Foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) gratuito do sensor PALSAR do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite), lançado em 2006 pela missão da agência Alos Palsar no ASF Data Search de exploração aeroespacial japonesa (Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA) e disponibilizado na plataforma ASF (Alaska Satellite Facility) com resolução espacial de 12,5 m (ASF DAAC, 2020). Após aquisição, o MDE foi projetado no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), DATUM SIRGAS 2000, fuso 24S.

O MDE foi utilizado para obtenção da hipsometria da bacia, processado e classificado em faixas de intervalos de 100 metros de altitude em relação ao nível médio do mar. Posteriormente, o MDE foi processado para análise dos percentuais de declividade, ambos utilizando software QGIS¹² e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos¹³. Por fim, foram extraídas as médias estatísticas de hipsometria e declividade para cada fragmento florestal, utilizando ferramentas de análise de zonas e, posteriormente, espacializadas em função da distribuição das áreas de vegetação na bacia hidrográfica.

Buscando analisar as perspectivas de planos municipais vigentes que envolvem políticas urbanas, preservação, conservação e legislação ambiental, foram relacionadas às características topográficas e da vegetação, o Plano Diretor (PD) instituído pela Lei Municipal nº 1511, de 20 de agosto de 2019 como instrumento normativo da política de desenvolvimento urbano sustentável¹⁴ e o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica¹⁵ da cidade de Porto Seguro, previsto na Lei da Mata Atlântica (LEI Nº 11.428/2006 E DECRETO Nº 6.660/2008), como forma de contribuir como instrumento de ação para assuntos ambientais da gestão municipal, projetos e ações, além de requisito para acesso ao Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica¹⁶.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 são apresentadas as características espaciais hipsométricas e de declividade da bacia do Rio dos Mangues. Identificou uma amplitude hipsométrica com intervalo entre -2 metros a 98,50 metros, com altitude média predominante de 52,45 metros em relação ao nível do mar. As áreas a montante se apresentam como regiões mais altas, e áreas de médio curso estão situadas em áreas mais baixas da bacia até a sua jusante, característica próprias de bacias hidrográficas.

Observa-se que das 6 (seis) classes de relevo que qualificam as condições de declividade identificadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5 (cinco) foram identificadas na área da bacia do Rio dos Mangues. O relevo da bacia variou de plano a montanhoso, variando entre 3% e 45% de áreas de declive, destaca-se que as áreas mais acentuadas da bacia estão localizadas nos leitos do curso d'água, reforçando as características que propiciam o escoamento superficial e a formação da bacia em sua dimensão topográfica.

Quanto à avaliação temporal dos fragmentos florestais, foram identificados um quantitativo de 14 fragmentos no ano de 1990, totalizando 1.526,94 hectares em áreas de vegetação natural, enquanto no ano de 2018 identificou-se 22 fragmentos em 1.383,17 hectares de vegetação. Temporalmente, 143,76 hectares de área natural vegetal foi suprimida, corroborando com um aumento de fragmentos florestais na área. Na figura 3, observamos a evolução da fragmentação florestal entre os anos de 1990 e 2018.

Os remanescentes de vegetação encontram-se distribuídos uniformemente em toda a bacia hidrográfica, entremeados entre a agricultura, silvicultura e edificações rurais e urbana. A tabela 1 apresenta a distribuição dos quantitativos de fragmentos florestais no período.

Em todos os anos, os quantitativos de fragmentos pequenos são maiores e corrobora com os achados em uma bacia hidrográfica na região sudeste e na região Nordeste¹⁷. Evidencia-se que pequenas áreas representa uma maior exposição da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos proporcionados nas áreas locais, que induz a maior exposição de áreas centrais úteis, aumentando o efeito de borda incidente e declínio da qualidade do ambiente¹⁸.

¹¹ Pirovani et al., 2014, 271-281.

¹² QGIS, 2020.

¹³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2018, 292.

¹⁴ Porto Seguro, 2019.

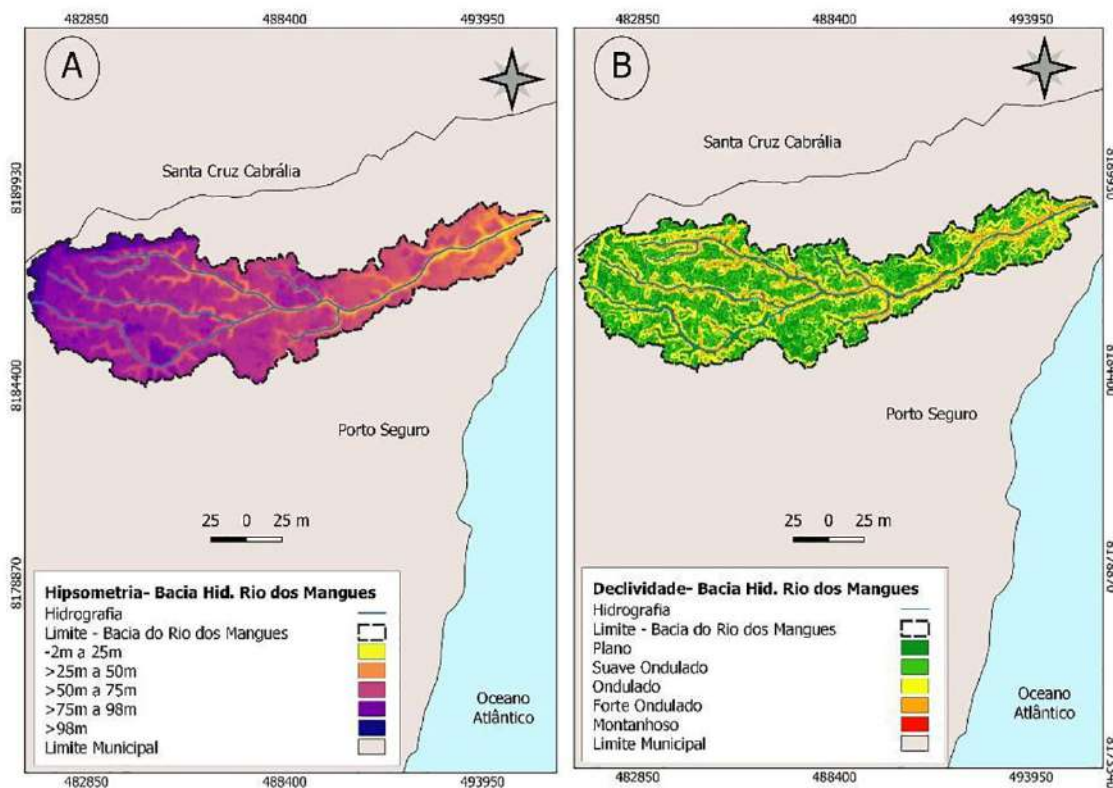
¹⁵ Marques, 2014.

¹⁶ Brasil, 2006. Brasil, 2008.

¹⁷ Santos et al., 2017, 76-85. Jesus et al., 2015, 467-474.

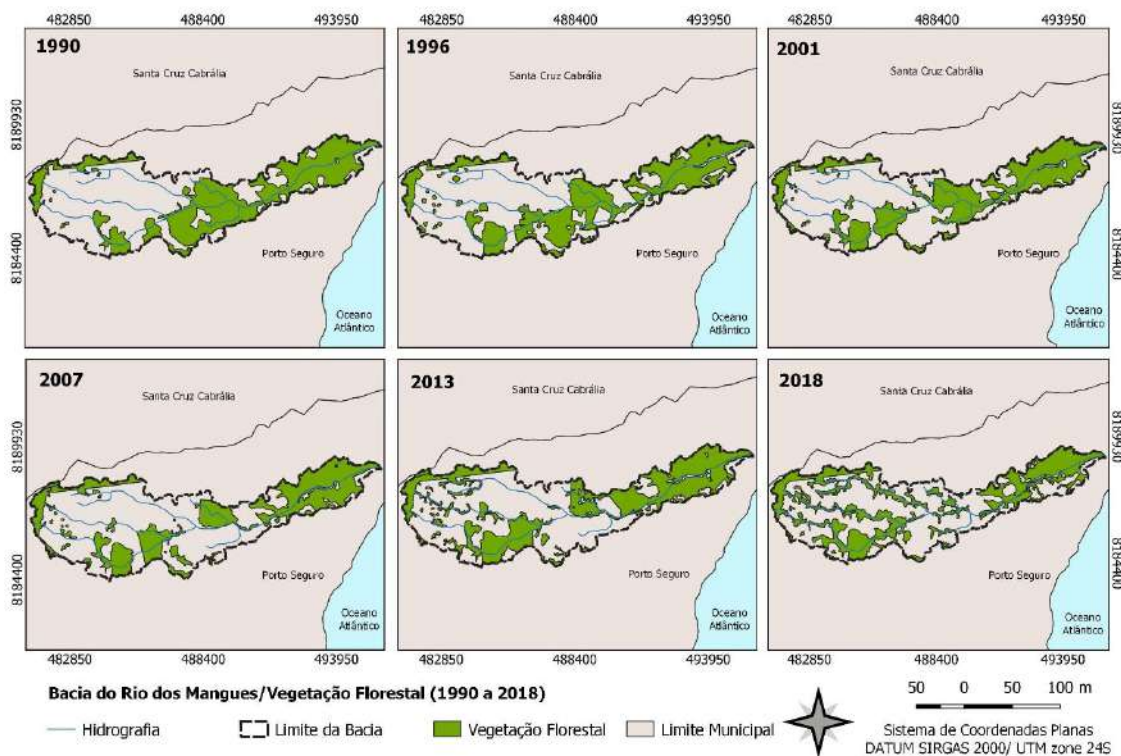
¹⁸ Ribeiro et al., 2009, 1141-1153.

Figura 2. Características topográficas da Bahia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia. (A) Hipsometria e (B) Declividade / Características topográficas del Río dos Mangues Hidrográfico Bahía, Porto Seguro, Bahía. (A) Hipsometría y (B) Pendiente



Fonte: Autoria.

Figura 3. Mapa de evolução da fragmentação florestal, entre os anos de 1990 a 2018 na Bacia / Mapa de evolución de la fragmentación forestal, entre los años 1990 a 2018 en la Cuenca



Fonte: Autoria.

O quantitativo de fragmentos em tamanho pequeno apresenta um padrão de fragmentação que pode ser justificado pelo seu entorno. Essas áreas encontram-se circundadas por uso agropecuário que impactam e proporcionam o aumento de efeito de borda à medida que a sua área é reduzida, contribui para a redução da biodiversidade e mudanças climáticas locais.

Estudos realizados na região Norte do Brasil, denominada Amazônia oriental brasileira, apresentaram resultados semelhantes. Onde é apontado que intervenções externas geradas pela intensa atividade de dendeicultura é responsável por provocar efeitos prejudiciais a biota, o aumento na fragmentação florestal e aos riscos para os recursos hídricos. Observou-se que, as atividades vinculadas ao extrativismo vegetal e à agropecuária correspondem aos maiores percentuais de uso econômico do território, consequentemente definindo um padrão de produção para atender aos interesses e necessidades de rentabilidade econômica regional¹⁹.

O maior processo de fragmentação foi observado espacialmente no alto e médio curso da bacia, corroborando com os achados em uma bacia hidrográfica na região sudeste, em que a evolução da perda de vegetação em uma bacia hidrográfica também se deu na região central e oeste da sub-bacia. A bacia apresentou evidente crescimento da fragmentação florestal, destacando que os fragmentos mais conservados, em estágio avançado de regeneração, estão localizados espacialmente no baixo curso da bacia, nas proximidades da foz do curso d'água. Esse contato com uma topografia plana pode ser reflexo da proximidade com comunidade

indígenas situadas nessa região, o que pode favorecer a conservação da vegetação²⁰.

Os dados deste estudo apresentam relevância da compreensão da fragmentação da vegetação local e representa justificativas suficientes para propor Programas de Recuperação dos fragmentos pequenos e a conectividade entre suas áreas, esperando-se que a regularização de propriedades rurais sejam fortes propulsores para a recuperação, aumento da área de vegetação e o seu monitoramento como indutores da conservação da água.

Historicamente, a bacia encontra-se inserido em área rural, mas tem experimentado um desenvolvimento periurbano com a combinação de atividades agrícolas, silvícolas e o loteamento de grandes áreas, o que predispõe a urbanização. Em outros estudos identificou-se que em áreas ocupadas por atividades agrícolas aumenta-se o número de fragmentos pequenos e a sua redução tem ocorrido para a conversão de pastagens²¹. Ademais, ajudou a compreender que em áreas rurais o tamanho da propriedade rural também pode favorecer processos de fragmentação, uma vez que o pequeno produtor escolhe as melhores áreas para o plantio e a proximidade entre as propriedades eleva esse padrão²².

Por esses aspectos, a vegetação encontra-se em direta influência do processo agrícola, Contudo, com o futuro incremento das áreas de reserva legal pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR), as áreas de vegetação devem apresentar maior atenção, representando até uma forma de compensação devido a maior abordagem do Código Florestal para as áreas de preservação

Tabela 1: Distribuição quantitativa de fragmentos florestais entre 1990 e 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Distribución cuantitativa de fragmentos de bosque entre 1990 y 2018 en la Cuenca del Río dos Mangues, Porto Seguro, Bahía

Tamanho dos Fragmentos	1990	1996	2001	2007	2013	2018
Pequeno	09	16	09	16	36	10
Médio	02	06	05	09	10	09
Grande	03	04	04	05	01	03

¹⁹ Lima et al., 2021, 131-150.

²⁰ Santos et al., 2017, 76-85.

²¹ Goerl, Siefert e Schultz, 2011, 1000-1012. Saito et al., 2016, 201-210.

²² Souza et al., 2014, 631-644.

de áreas permanentes²³. Esse processo gera um sistema contínuo de fragmentação que pode ser independente do padrão topográfico e estar associado a demanda do produtor em atender e acompanhar o desenvolvimento econômico regional, como os plantios de café e mamão, e criação de gado. Um segundo fator é o domínio de impactos negativos que estão associados ao processo de cultivo em área declivosas, que contribuem para a erosão, lixiviação, deslizamentos e contaminação dos recursos hídricos.

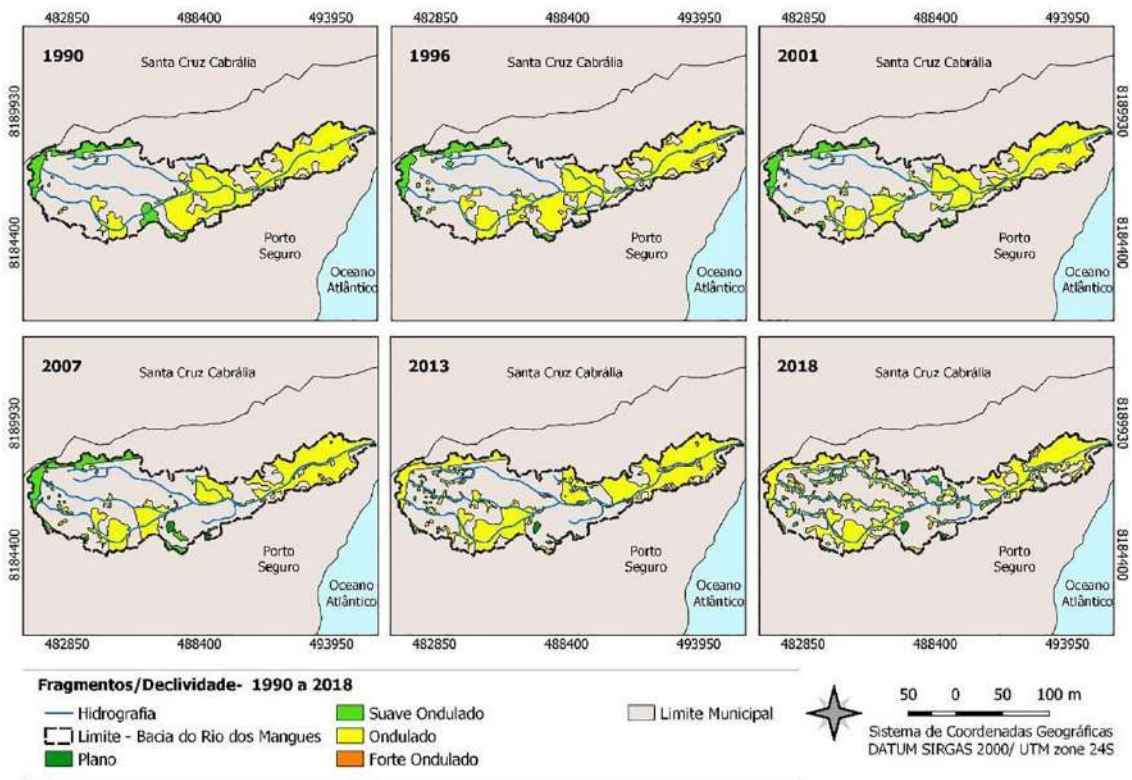
Tal processo de fragmentação evidencia as alterações sofridas pela bacia hidrográfica, causando o isolamento de áreas naturais de vegetação, gerando a perda de biodiversidade e outros impactos de forma sinérgica que potencializam a degradação da bacia principalmente ao que se refere aos recursos hídricos, com o aumento de erosão e lixiviação de sedimentos ao longo de todo o curso do Rio dos Mangues.

Quando associado as informações topográficas, as figuras 4 e 5 evidenciam a relação entre os fragmentos florestais, a hipsometria e a declividade. Em 1990, os fragmentos possuíam média de 62,02 metros em relação ao nível do mar entre os fragmentos florestais existentes. Os fragmentos pequenos possuem 56% situados em relevo suave ondulado enquanto os fragmentos médios localizam-se integralmente em relevos suave ondulado. Entre os fragmentos grandes, 67% situam-se em relevos ondulados.

Em 1996 a área de fragmentos era de 1463,61 ha, com média de 59,09 metros e fragmentos pequenos em relevos plano a ondulado, sendo que 50% encontram-se na categoria ondulado. Os fragmentos médios possuíam 12% de suas áreas em relevo ondulado, enquanto neste mesmo relevo os fragmentos possuíam 50% das áreas.

Analisando o ano de 2001, a área total fragmentada foi de 1490,41ha e seguiu a tendência dos anos

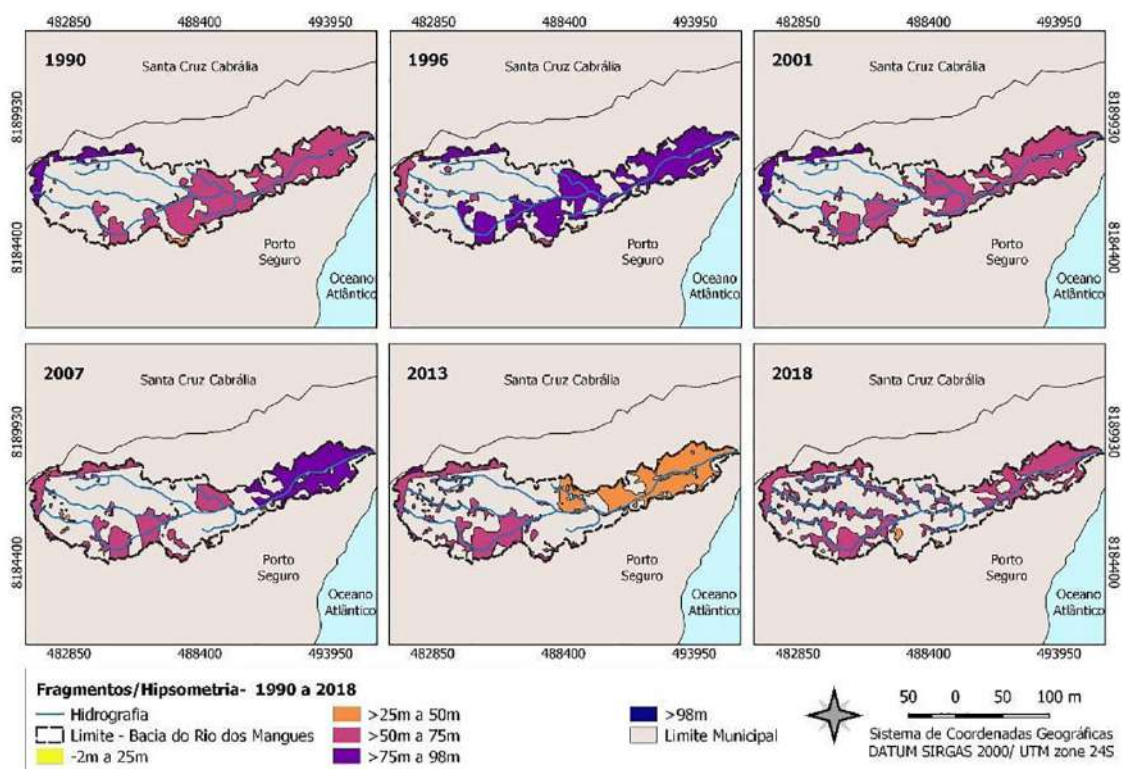
Figura 4. Relação entre fragmentos florestais e declividade entre 1990 e 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Relación entre fragmentos de bosque y pendiente entre 1990 y 2018 en la Cuenca del Río dos Mangues, Porto Seguro, Bahía



Fonte: Autoria.

²³ Brasil, 2012.

Figura 5. Relação entre fragmentos florestais e hipsometria entre 1990 e 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Relación entre fragmentos de bosque e hipsometría entre 1990 y 2018 en la Cuenca del Río dos Mangues, Porto Seguro, Bahía



Fonte: Autoria.

anteriores, os relevos dos fragmentos variam entre plano e ondulado, mas com o aumento de fragmentos pequenos em relevo plano. Os fragmentos médios e grandes localizam-se em áreas mais declivosas. Em 2007, os fragmentos encontravam-se entre 2,19 e 22,53 metros de altitude, em uma área de 1289,45 ha, fragmentos pequenos predominantemente em áreas de relevo suave ondulado, enquanto, os fragmentos médios e grandes em áreas de relevo ondulado. Identificando assim, que em sua maioria os fragmentos encontram-se concentrados no relevo mais íngremes.

Avaliando a topografia dos fragmentos florestais em 2013 identificou uma área total de 1457,97 ha, em altitude variável entre 1,41 e 24,32 metros. Aumento de áreas pequenas de fragmentos em relevos planos, e fragmentos médios e grandes predominantemente em relevo suave ondulado. Em 2018, os fragmentos ocuparam 1383,17 ha em uma altitude variável de 1,26 a 15,98 metros. Os fragmentos pequenos eram predominantes em relevos ondulosos, os médios e grandes em relevo ondulado, conforme evidenciado no ano anterior.

Nesse contexto, podemos observar a redução da área de vegetação natural ao longo do tempo, com predominância de fragmentos grandes em áreas declivosas e elevada altitude. Conseqüentemente, os fragmentos pequenos e médios estão presentes frequentemente em áreas com as menores declividades também em áreas mais baixas, reforçando padrões de que áreas mais planas são propicias para a instalação de atividades antrópicas e conversão de áreas naturais. Nesse sentido, também se associa aos estudos que encontraram fragmentos pequenos em áreas baixas e de relevo plano e fragmentos grandes em áreas mais altas e declivosas²⁴.

Em cenários semelhantes aos apresentados, além de apontar os mesmos resultados são reforçados que os padrões territoriais coincidem com o crescimento acelerado e desordenado, que são impulsionados por demandas de empreendimentos, ocupações por

²⁴ Abdala e Cruz, 2015.

residências e usos agrícolas tradicionais, tornando esses espaços exemplos claros de áreas que apresentam riscos devido aos processos inter-relacionados e sinérgicos²⁵.

Ademais, é imprescindível lembrar que as características topográficas dos fragmentos cooperam para a ação abiótica com a alteração na umidade do ar, temperatura e radiação solar, erosão, assoreamento e redução dos cursos d'água e maior evapotranspiração e no meio biótico a perda de biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna, a perda da diversidade genética, a redução da densidade, abundância e a alteração da estrutura da vegetação²⁶. Quanto ao maior número de fragmentos pequenos, como evidenciado neste estudo, se reforça a tendência futura de sua supressão e ausência da capacidade de proteger a diversidade biológica, ocorrência de endogamia, redução ou extinção de espécies e populações²⁷.

Em paisagens similares como a da bacia hidrográfica do Rio dos Mangues, sugere-se que a prática de conservação dos fragmentos seja realizada com a eliminação dos agentes de perturbação através de cercamento de gado e construção de aceiros para controle do fogo nos locais onde ocorre a propriedades rurais²⁸. De igual importância a formação de cortinas de proteção e o fomento de pequenos plantios florestais para diminuir as pressões nos fragmentos nativos remanescentes também são sugeridos pelos autores.

A luz dos instrumentos de gestão municipal que instrui quanto ao desenvolvimento e expansão urbana, assim como as medidas de preservação e conservação da Mata Atlântica, identificou-se que medidas podem ser propostas para que ocorra um desenvolvimento regional com segurança aos recursos naturais na bacia hidrográfica. O plano diretor municipal identifica a área do Rio dos Mangues como Zona Mista (ZM), correspondente à área de amortização urbana com destinação a sítios e chácaras, sem especificar as limitações de edificações e formas de controle dessas ocupações.

Das estratégias de desenvolvimento municipal, o plano diretor destaca a necessidade de promoção do desenvolvimento social, econômico e cultural e atendimento das ações estabelecidas no Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de Porto Seguro. Ainda assim, incentiva a elaboração e

execução do Projeto “CASA VERDE” com a Criação de Centros de Pesquisa e Visitas nas bacias dos rios locais e programas de educação ambiental²⁹. Até o presente momento não é encontrado o projeto mencionado em planos desenvolvidos no município, mas ressalta-se o prazo de execução do plano em um horizonte de dez anos.

Quando observada as diretrizes do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Seguro (PMMA), observa-se estratégias para a conservação da área do Rio dos Mangues. É ressaltada a importância da bacia hidrográfica para o abastecimento urbano da orla norte do município, a indicação da nascente do Rio dos Mangues encontrar-se em áreas de preservação, e iniciativas de restauração da mata ciliar conduzidos pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA) e pela ONG Movimento de Defesa de Porto Seguro³⁰.

É citado ainda que a bacia do Rio dos Mangues encontra-se numa área de “sensível relação”, pois além de estar inserida no contexto periurbano da cidade, a abertura de uma via rápida em suas proximidades e a extração ilegal de areia tendem a acelerar o processo de expansão urbana sobre a região.

O Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Seguro (PMMA) também reconhece a bacia do Rio dos Mangues como área com relevância para conservação e recuperação, pois conta-se o maior rio municipal, abastece a cidade de Porto Seguro, possui potencial paisagístico na periferia da cidade, e potencial para área protegida. Não obstante, os impactos negativos são caracterizados pelo lançamento de esgoto doméstico, degradação de mata ciliar e expansão urbana desordenada³¹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a topografia da bacia se concentra em maior extensão com relevo suavemente ondulado e com altitude média de 52,45 metros. Temporalmente, os fragmentos pequenos e médios apresentaram maiores frequências em relevos menos declivosos e mais baixos enquanto os fragmentos grandes em relevos mais declivosos e elevados, reforçando uma fragmentação florestal em áreas de maior facilidade de acesso para conversão.

²⁵ Reina, 2023.

²⁶ Borges et al., 2004, 22-38.

²⁷ Pirovani et al., 2014, 271-281.

²⁸ Calegari et al., 2010, 871-880.

²⁹ Porto Seguro, 2019.

³⁰ Marques, 2014.

³¹ Marques, 2014.

Embora a bacia hidrográfica esteja desempenhando um papel fundamental no abastecimento urbano, os instrumentos de gestão existem possuem potencial para fomentar uma paisagem homogênea e conservada, mas possui baixas ações efetivamente aplicadas para manutenção dos recursos naturais da bacia hidrográfica. As atividades e ações que poderiam promover a proteção dessas áreas são pouco eficazes para que se mantenha uma segurança hídrica e territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdala L. S. e Cruz C. B. M.** 2015: "Análise de fragmentação florestal no município de silva jardim, APA do rio São João, RJ". *Revista Brasileira de Cartografia*, 67 (1), 169-184. <https://doi.org/10.14393/revbrascartogr>
- Andrade A. S., Ribeiro, S. C. A., Pereira, B. W. F. e Brandão, V. P.** 2020: "Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, nordeste do Pará". *Ciência Florestal*, 30 (2), 406-420. <https://doi.org/10.5902/1980509835074>
- Alaska Satellite Facility Distributed Active Archive Center (ASF DAAC)*. 2020. <https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/alos-palsar/>. Consulta realizada em 07 de abril de 2021.
- Barbosa E. D.** 2019: *Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Javaés a partir do método GTP-Geossistema, território e paisagem*. tese de mestrado, Universidade Federal do Tocantins, Palmas (Brasil).
- Borges L. F. R., Scolforo J. R., Oliveira A. D.; Mello J. M., Acerbi F. W. e Freitas D. G.** 2004: "Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem". *CERNE*, 10 (1), 22-38.
- Brasil.** 2006: *Lei n. 11.428, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Consulta realizada em 28 março de 2022.
- Brasil.** 2008: *Decreto n. 6.660, que regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Consulta realizada em 28 março de 2022.
- Brasil.** 2012: *Lei 12.651 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Consulta realizada em 28 março de 2022.
- Calegar I. L., Martins S. V., Gleriani J. M., Silva E. e Busato L. G.** 2010: "Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal". *Revista Árvore*, 34 (5), 871-880. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500012>
- Dias M. A. e Coelho Neto A. L.** 2011: "A influência da topografia na distribuição de gramíneas em um fragmento de floresta atlântica urbana montanhosa – maciço da Tijuca/RJ". *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12 (2), 3-14. <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i2.230>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).** 2018: "Sistema brasileiro de classificação de solos". *Embrapa Solos - Centro Nacional de Pesquisa do Solo*. 5, 292.
- García-Rivero A. E., Sánchez, B. L. M., Chávez E. S. e Gonzalez A. Z. D.** 2019: "A cartografia das paisagens com sistemas de informação geográfica, como base para o diagnóstico geológico da bacia hidrográfica do rio ariguanabo, Cuba". *Revista Da ANPEGE*, 15 (27), 169-194. <https://doi.org/10.5418/RA2019.1527.006>
- Goerl R. F., Siefert C. e Schultz G. B.** 2011: "Elaboração e aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagem para análise de bacias hidrográficas". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4 (5), 1000-1012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i5.232678>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** 2021: "Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021". *IBGE*, 2021. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/porto-seguro/panorama>. Consulta realizada em 19 março de 2022.
- Jesus E. N., Ferreira R. A., Aragão A. G., Santos T. I. S. e Rocha S. L.** 2015: "Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica." *Revista Árvore*. 39 (3), 467-474. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300007>
- Lima A. M. M., Corrêa J. A. M., Silva L. M., Ferreira, S. C. G.** 2021: "Análise da relação entre a paisagem e a hidrogeoquímica da bacia hidrográfica do rio Moju, Amazônia Oriental-Brasil". *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 17, 131-150.
- Marques A. M. S.** 2014: *Plano municipal de conservação e recuperação da mata atlântica de Porto Seguro - Bahia*. Salvador (Brasil), Grupo Ambientalista da Bahia.
- Pirovani D. B., Silva A. G., Santos A. R., Cecílio R. A., Gleriani J. M. e Martins S. V.** 2014: "Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES". *Revista Árvore*, 38 (2), 271-281. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200007>

- Porto Seguro.** 2019: *Lei Municipal nº 1511 que aprova o Plano Diretor Municipal Participativo de Porto Seguro*. <http://www.aceessoinformacao.com.br/ba/portoseguro/wp-Includes/ExternalApps/downloader.php?url=aHR0cDovL2RvZW0ub3JnLmJyL2JhL3BvcnRvc2VndXJvL2FycXVpdm9zL2Rvd25sb2FkL2E1NmIzYmZiODImNjM4NjkzYmYwZTBiOGY5MzRiZjdmL0xlaSBu wrogMTUxMSAtIDE5IFBsYW5vIERpcmV0b3IgdXVuaWNpcGF-sIFBhcnRyY2lwYXRpdm8ucGRm>. Consulta realizada em 26 de março de 2022.
- QGIS Development Team.** 2020: *Open Source Geospatial Foundation Project*. <https://qgis.org/en/site/>. Consulta realizada em 07 de abril de 2021.
- Ramos E. A., Nuvoloni F. M. e Lopes, E. R. N.** 2022: "Landscape Transformations and loss of Atlantic Forests: challenges for conservation". *Journal for Nature Conservation*, 66, 126152. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126152>
- Reina A. G.** 2023: "Cambio en los patrones territoriales y análisis diacrónico de inundabilidad y erodabilidad en cuencas de la provincia de Málaga (1956-2010)". *Agua y Territorio/Water and Landscape*. 21.
- Ribeiro M. C., Metzgera J. P., Martensen A. C., Ponzoni F. J., Hirota, M. M.** 2009: "The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation". *Biological Conservation*. 142 (6), 1141-1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Robert A. e Moravie M.** 2003: "Topographic variation and stand heterogeneity in a wet evergreen forest of India". *Journal of Tropical Ecology*. 19 (6), 697-707. <https://doi.org/10.1017/S0266467403006096>
- Rosa P. A., Breunig F. M., Almeida C. M. e Balbinot R.** 2017: "Avaliação das relações entre os parâmetros da modelagem geomorfológica e a cobertura florestal no noroeste do Rio Grande do Sul". *Geo UERJ*, 31, 371-388. <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2017.19502>
- Saito N. S., Moreira M. A., Santos A. R., Eugenio F. C. e Figueiredo A. C.** 2016: "Geotecnologia e Ecologia da Paisagem no Monitoramento da Fragmentação Florestal". *Floresta e Ambiente*. 23 (2), 201-210. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.119814>
- Sampaio B. D. S. e Pinto A. L.** 2022: "Paisagem e qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil". *Revista Formação (Online)*. 29 (54). 199-223. <https://doi.org/10.33081/formacao.v29i54.8404>
- Santos R., Landim I. A. M., Corte A. P. D. e Sanquetta C. R.** 2017: "Dinâmica e fragmentação florestal na sub-bacia do Médio Iguaçu (PR) no período de 2000 a 2015". *BIOFIX Scientific Journal*. 2 (2). 76-85. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i2.55342>
- Souza C. G., Zanella L., Borém R. A. T., Carvalho L. M. T., Alves H. M. R. e Volpato M. M. L.** 2014: "Análise da fragmentação florestal da Área de Proteção Ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG". *Ciência Florestal*. 24 (3). 631-644. <https://doi.org/10.5902/1980509815743>
- Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI).** 2014: "*Estatística dos municípios baianos*". 4,130.
- Taubert F., Fischer R. Groeneveld J., Lehmann S., Müller M. S., Rödig E., Wiegand T. e Huth A.** 2018: "Global patterns of tropical forest fragmentation". *Nature* 554, 519–522. <https://doi.org/10.1038/nature25508>

Variabilidade da vegetação de acordo com o regime de precipitação no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Itumbiara – Brasil (2010-2020)

Variability of vegetation spectral indexes according to rainfall regime around the Itumbiara Hydroelectric Power Plant reservoir – Brazil (2010-2020)

Izaias de Souza Silva

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
São José dos Campos, São Paulo, Brasil
izaiasdesouzasilvaa@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-0977-2002

Diego Tarley Ferreira Nascimento

Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás (IESA/UFG)
Goiânia, Goiás, Brasil
diego_nascimento@ufg.br

 ORCID: 0000-0002-0420-3636

Información del artículo

Recibido: 08 junio 2022

Revisado: 10 febrero 2023

Aceptado: 18 abril 2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7209

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

A disponibilidade de dados de Sensoriamento Remoto tem se mostrado fundamental na avaliação da variabilidade diária, mensal, sazonal e anual dos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. No presente estudo, tem-se por objetivo averiguar a variação paisagística durante a sazonalidade e o regime de precipitação no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Itumbiara – GO. Para tanto, utilizou-se imagens do satélite Landsat 7 (ETM+) e Landsat 8 (OLI) para avaliar a variabilidade dos índices de vegetação (*Enhanced Vegetation Index* – EVI – e *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI), conforme a variação mensal, sazonal e anual da precipitação no período compreendido entre 2010 e 2020. Os dados demonstraram uma inequívoca relação da dinâmica da vegetação com a alternância e duração dos períodos chuvosos e secos na área em estudo, com maior sensibilidade de resposta do EVI, em relação ao NDVI.

PALAVRAS-CHAVE: Índice espectral, NDVI, EVI, UHE, Landsat.

ABSTRACT

The availability of Remote Sensing data has proved to be fundamental in the assessment of the daily, monthly, seasonal and annual variability of phenomena that occur on the Earth's surface. In the present study, the objective is to investigate the landscape variation during the seasonality and the precipitation regime in the surroundings of the reservoir of the Itumbiara Hydroelectric Power Plant - GO. For that, Landsat 7 (ETM+) and Landsat 8 (OLI) satellite images were used to evaluate the variability of vegetation indices (*Enhanced Vegetation Index* - EVI - and *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI), according to monthly, seasonal variation and annual rainfall in the period between 2010 and 2020. The data showed an unequivocal relationship between vegetation dynamics and the alternation and duration of rainy and dry periods in the study area, with greater sensitivity of the EVI response, in relation to the NDVI.

KEYWORDS: Spectral index, NDVI, EVI, UHE, Landsat.

Variabilidad de la vegetación según el régimen de precipitación alrededor del embalse Central Hidreléctica Itumbiara – Brasil (2010-2020)

RESUMEN

La disponibilidad de datos de Teledetección ha demostrado ser fundamental en la evaluación de la variabilidad diaria, mensual, estacional y anual de los fenómenos que ocurren en la superficie terrestre. En el presente estudio, el objetivo es investigar la variación del paisaje durante la estacionalidad y el régimen de precipitaciones en el entorno del embalse de la Usina Hidroeléctrica Itumbiara - GO. Para ello, se utilizaron imágenes satelitales Landsat 7 (ETM+) y Landsat 8 (OLI) para evaluar la variabilidad de los índices de vegetación (Enhanced Vegetation Index - EVI - y Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), según variación mensual, estacional y precipitación anual. en el período comprendido entre 2010 y 2020. Los datos mostraron una relación inequívoca entre la dinámica de la vegetación y la alternancia y duración de los períodos lluvioso y seco en el área de estudio, con mayor sensibilidad en la respuesta del EVI, en relación al NDVI.

PALABRAS CLAVE: Índice espectral, NDVI, EVI, UHE, Landsat.

Variabilité de la végétation en fonction du régime pluviométrique autour du réservoir de la centrale hydroélectrique d'Itumbiara – Brésil (2010-2020)

RÉSUMÉ

La disponibilité des données de télédétection s'est avérée fondamentale dans l'évaluation de la variabilité quotidienne, mensuelle, saisonnière et annuelle des phénomènes qui se produisent à la surface de la terre. Dans la présente étude, l'objectif est d'étudier la variation du paysage au cours de la saisonnalité et du régime des précipitations dans les environs du réservoir de la centrale hydroélectrique d'Itumbiara - GO. Pour cela, des images satellites Landsat 7

(ETM+) et Landsat 8 (OLI) ont été utilisées pour évaluer la variabilité des indices de végétation (Enhanced Vegetation Index - EVI - et Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), en fonction des variations mensuelles, saisonnières et des précipitations annuelles. dans la période entre 2010 et 2020. Les données ont montré une relation sans équivoque entre la dynamique de la végétation et l'alternance et la durée des périodes pluvieuses et sèches dans la zone d'étude, avec une plus grande sensibilité dans la réponse de l'EVI, par rapport au NDVI.

MOTS CLÉ: Indice spectral, NDVI, EVI, UHE, Landsat.

Variabilità della vegetazione a seguito del regime delle precipitazioni al di fuori della Centrale Idroelettrica di Itumbiara – Brasile (2010-2020)

RIASSUNTO

La disponibilità dei dati del Telerilevamento si è rivelata fondamentale nella valutazione della variabilità giornaliera, mensile, stagionale e annuale dei fenomeni che si verificano sulla superficie terrestre. Nel presente studio, l'obiettivo è indagare la variazione del paesaggio durante la stagionalità e il regime delle precipitazioni nei dintorni del bacino della Centrale Idroelettrica di Itumbiara - GO. Per questo, le immagini satellitari Landsat 7 (ETM+) e Landsat 8 (OLI) sono state utilizzate per valutare la variabilità degli indici di vegetazione (Enhanced Vegetation Index - EVI - e Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), in base alla variazione mensile, stagionale e alle precipitazioni annuali nel periodo compreso tra il 2010 e il 2020. I dati hanno evidenziato una relazione inequivocabile tra la dinamica della vegetazione e l'alternanza e durata dei periodi piovosi e secchi nell'area di studio, con maggiore sensibilità in risposta dell'EVI, rispetto all'NDVI.

PAROLE CHIAVE: Indice spettrale, NDVI, EVI, UHE, Landsat.

Introdução

O monitoramento sistemático dos ecossistemas, dos recursos ambientais e da paisagem tem se constituído como um importante subsídio analítico nas ciências ambientais, sobretudo por representar o reflexo da forma como a sociedade tem ocupado e se apropriado do espaço. Nesse sentido, o Sensoriamento Remoto Orbital, a partir da disponibilização de imagens de satélites e das técnicas de processamento digital, junto aos recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e do Geoprocessamento, têm provido insumos e produtos fundamentais para a modelagem espacial e temporal dos fenômenos que ocorrem na paisagem.

Convém destacar que uma das técnicas mais amplamente utilizadas no monitoramento da paisagem diz respeito aos índices espectrais de vegetação (IVs). Em síntese, os IVs correspondem a medidas radiométricas adimensionais que retratam a abundância relativa e a atividade da biomassa verde da cobertura vegetal. Conforme apontado pela literatura¹, os IVs são combinações lineares, razões ou transformações ortogonais de bandas espectrais específicas, tendo como propósito principal realçar a vegetação em relação aos demais alvos da superfície, sendo muito úteis também para avaliar as condições fenológicas da vegetação e dinâmica paisagística diária, semanal, sazonal e anual.

Os IVs, como exemplo dos consagrados *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e *Enhanced Vegetation Index* (EVI), têm sido corriqueiramente utilizados para avaliação dos parâmetros biofísicos da vegetação em áreas agrícolas, bem como, análises dos efeitos da sazonalidade da precipitação no estresse hídrico da cobertura vegetal de grandes áreas². O NDVI, proposto na década de 70³, representa um indicador da densidade de biomassa verde, que tem como principal objetivo apresentar a resposta espectral que descreve o seu vigor vegetacional, separando áreas de vegetação do solo de fundo, considerando as propriedades de brilho dos alvos. Especificamente, o NDVI resulta da diferença de reflectância entre a Banda do Infravermelho Próximo (NIR) e a Banda do Vermelho (RED), dividida pela sua soma, representado numericamente em valores no intervalo de -1 a +1. A premissa é a de que, quanto mais próximo de +1, maior é a presença da

vegetação; e, quanto mais próximo de -1, mais escassa é a vegetação.

Visando reduzir as influências da atmosfera e do solo no monitoramento da cobertura vegetal, bem como otimizar a sensibilidade dos índices de vegetação em condições de elevada biomassa, implementou-se o EVI⁴. A diferença do EVI em relação ao NDVI deve-se ao fato (o EVI) conter um fator de ajuste para o solo (L), e dois coeficientes (C_1 e C_2) que preveem o uso da Banda do Azul para correção da Banda do Vermelho em relação ao espalhamento atmosférico por aerossóis, melhorando significativamente a sua sensibilidade em condições de elevada biomassa⁵.

Não obstante, considerando a severidade da crise hídrica evidenciada sobretudo nos últimos anos pelos baixos volumes de precipitação e os consequentes menores níveis de reservatórios destinados à geração de energia elétrica e ao abastecimento humano, no presente estudo buscou-se correlacionar os índices de vegetação (EVI e NDVI) aos regimes de precipitação, a fim de analisar como a precipitação influencia no comportamento do vigor da vegetação e, consequentemente, na infiltração e recarga de reservatórios, tendo como estudo de caso o entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Itumbiara – situada na divisa dos estados de Goiás e Minas Gerais.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos do estudo consistiram essencialmente em 1) revisão bibliográfica; 2) compilação, tratamento e representação de dados de precipitação; 3) aquisição e processamento digital de imagens de satélite para implementação dos índices espectrais e 4) correlação entre a variação mensal das chuvas e dos índices de vegetação.

O levantamento dos índices espectrais se deu junto à plataforma *Google Earth Engine* (GEE), mediante o Processamento Digital de Imagens (PDI) da coleção *Landsat 7 (ETM+)* e *8 (OLI)*, as quais contam com resolução espacial de 30 m e são disponibilizadas gratuitamente pela USGS/NASA. Especificamente, os índices espectrais NDVI e o EVI foram implementados a partir da aplicação das Equações 1 e 2, respectivamente:

¹ Jansen, 2009.

² Verona, Shimabukuro e Santos, 2005.

³ Rouse et al., 1974.

⁴ Justice et al., 1998.

⁵ Jansen, 2009.

Equação (1):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

Onde:

ρ_{NIR} = Reflectância na Banda do Infravermelho

Próximo;

ρ_{RED} = Reflectância na Banda do Vermelho.

Equação (2)

$$EVI = G \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + C1 + \rho_{RED} - C2 \times \rho_{Blue} + L)}$$

Onde:

G = Fator de ganho;

L = Fator de ajuste para componentes abaixo do dossel (no solo);

C1 e C2 = Coeficientes de ajuste para resistência dos efeitos da atmosfera;

ρ_{NIR} = Reflectância na Banda do Infravermelho

Próximo;

ρ_{RED} = Reflectância na Banda do Vermelho

ρ_{Blue} = Reflectância na Banda do Azul.

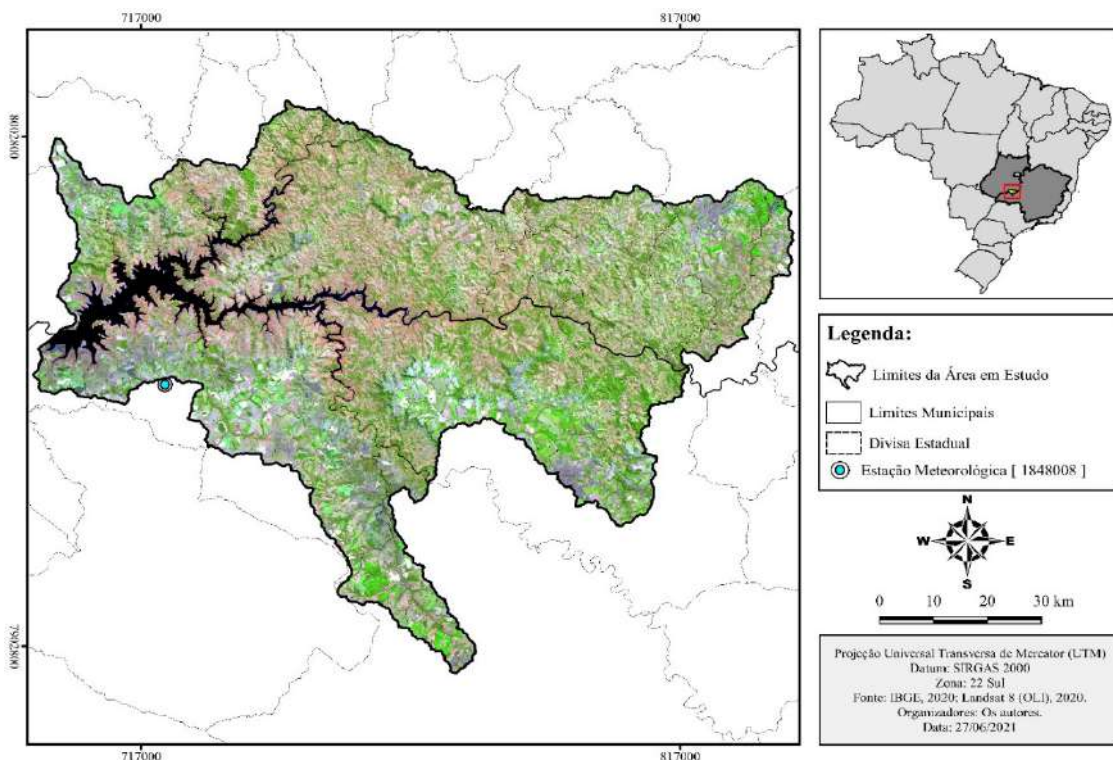
Do conjunto de imagens disponíveis no repositório, foram filtradas e utilizadas apenas aquelas cujo percentual de cobertura de nuvens atendeu ao critério de filtro <9%, sendo estas selecionadas para empilhamento das bandas multiespectrais e composição do mosaico, compreendendo o recorte espacial da Área de Influência Direta do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Itumbiara.

Ainda na plataforma *Google Earth Engine*, foram aplicadas técnicas de correção e realce, por intermédio do redutor mediana e de algoritmos disponíveis na própria plataforma, que removem possíveis ruídos, como nuvens e pixels que representam sombras em encostas, possibilitando assim uma melhoria substancial na qualidade do mosaico, como pode-se observar na Figura 1, referente ao mapa de localização da área em estudo.

Para a análise temporal da variação dos índices espectrais EVI e NDVI, além dos aspectos supracitados, convém destacar que foi levado em consideração os dados referentes a um único pixel, com a correspondência espacial da estação meteorológica pela qual foram coletados os dados de precipitação.

Os registros mensais de precipitação foram coletados a partir da estação meteorológica de código

Figura 1. Mapa de localização da área em estudo / Mapa de ubicación del área de estudio



Fonte: ANA, 2020; Landsat 8 (OLI), 2020. Org.: Os autores.

1848008, localizada no município de Tupaciguara – MG, nas proximidades do reservatório da UHE (Figura 1), administrada pela Agência Nacional de Águas (ANA). Tendo em vista a representação gráfica dos dados inerentes ao cômputo dos volumes mensais e anuais de precipitação do período de 2010 a 2020, assim como os dados referentes aos índices EVI e NDVI; utilizou-se o *software Excel*, do pacote *Microsoft Office*, versão 2019, para elaboração.

Os volumes mensais e anuais de precipitação do período de 2010 a 2020 foram representados por meio de um pluviograma e, em seguida, cotejados às variações mensais do EVI e NDVI, sendo, então, avaliada a correlação entre a variação das chuvas e dos IVs, por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson.

Resultados e Discussões

A partir da Tabela 1, pode-se observar os valores mensais e anuais da precipitação na área em estudo, entre 2010 a 2020. Com relação aos acumulados anuais, especificamente, observou-se uma média de 1.507,4 mm, e acumulados acima da média nos anos 2011, 2012, 2013, 2017, 2018 e 2020, com destaque para 2018, quando registrou-se o total anual de 1968,2 mm. Nesse sentido, observou-se também que o ano mais seco foi 2014, com volume precipitado de apenas 1.229,1 mm.

Ainda considerando a Tabela 1, referente ao pluviograma da precipitação no contexto do reservatório da

UHE Itumbiara, é possível demarcar o período chuvoso dentre os meses de outubro e abril (sete meses), com os meses característicos do final da primavera e início do verão representando os meses mais chuvoso do ano, especialmente novembro, dezembro e janeiro. Por sua vez, os menores volumes de chuva ocorrem entre os meses de maio e setembro (cinco meses), compreendendo o período de estiagem, com destaque para a ocorrência de até três meses consecutivos sem registro de precipitação, conforme visto entre junho e agosto dos anos de 2017 e 2020.

Vale ainda destacar que, em determinados anos, o período de estiagem se antecipa (conforme constatado nos anos de 2010, 2015 e 2016), se prolonga (como visto nos anos de 2014 e 2017) ou apresenta ambas situações, se estendendo desde o mês de abril até outubro, como foi observado para o caso específico do ano de 2010. Essas variações do regime de chuva na AID do reservatório da UHE Itumbiara, são capazes de trazer sérias e preocupantes consequências na paisagem e na organização das atividades antrópicas, especialmente na geração de energia elétrica, produção agrícola e disponibilidade de água para outros usos, como ocorre no abastecimento humano e também dessedentação de animais.

Na Figura 2 são apresentados os gráficos que retratam a variação mensal das chuvas e dos IVs (EVI e NDVI), sendo evidente a relação entre a alternância de períodos chuvosos e secos com a dinâmica da biomassa e do vigor da cobertura vegetal, de maneira que, nos

Tabela 1. Pluviograma da precipitação em Tupaciguara-MG (2010 – 2020) / Precipitación pluvial en Tupaciguara-MG (2010 - 2020)

Data	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
2010	241,8	113,6	215,3	47,5	16,8	18,4	0,0	0,0	31,2	79,1	281,8	288,9	1334,4
2011	381,5	184,2	542,5	148,2	0,0	24,5	0,0	0,0	0,5	167,1	119,2	203,5	1771,2
2012	271,5	243,5	200,6	95,4	21,5	67,2	0,0	0,0	26,9	133,5	340,2	217,9	1618,2
2013	433,1	193,5	176,5	76,3	28,1	7,2	0,0	0,0	50,1	94,8	235,3	264,9	1559,8
2014	88,8	163,1	284,0	92,1	8,4	3,7	90,1	0,3	67,0	164,8	182,6	184,2	1229,1
2015	124,5	255,7	314,7	47,3	32,1	8,2	9,1	0,0	26,0	131,9	257,8	131,7	1339
2016	441,2	49,8	229,8	4,9	8,2	24,7	0,0	18,2	1,0	139,8	197,7	158,4	1273,7
2017	177,2	103,2	254,0	212,1	75,9	0,0	0,0	0,0	24,2	61,0	364,6	295,4	1567,6
2018	439,1	248,7	104,5	229,9	12,3	0,0	0,0	22,7	19,4	114,9	567,2	209,5	1968,2
2019	114,4	208,8	220,3	127,4	35,1	0,0	0,0	10,4	45,2	124,6	97,7	267,1	1251
2020	230,2	386,2	203,2	77,9	43,4	0,0	0,0	0,0	16,7	216,1	160,1	335,0	1668,8

Fonte: ANA, 2021. Org.: Os autores.

períodos chuvosos pode-se observar os maiores valores de EVI e NDVI; e nos períodos de estiagem, nota-se a condição inversa, com padrões de declínio gradual nos valores dos respectivos índices (EVI e NDVI), o que ressalta a assertiva das mudanças sazonais na paisagem no entorno do reservatório da UHE Itumbiara, com destaque para as condições de cobertura e proteção do solo.

Pela Figura 2, ainda se observa que, no período de estiagem a vegetação tende a perder consideravelmente o seu vigor, alcançando registros mínimos de EVI e NDVI. Neste período são vistos os menores registros de EVI e NDVI como, respectivamente, de 0,110 e 0,281 nm, no mês de julho de 2020, como reflexo dos três meses consecutivos sem registro de ocorrência de precipitação no contexto da área em estudo.

Por sua vez, no período chuvoso, especialmente nos meses de novembro, dezembro e janeiro, os valores

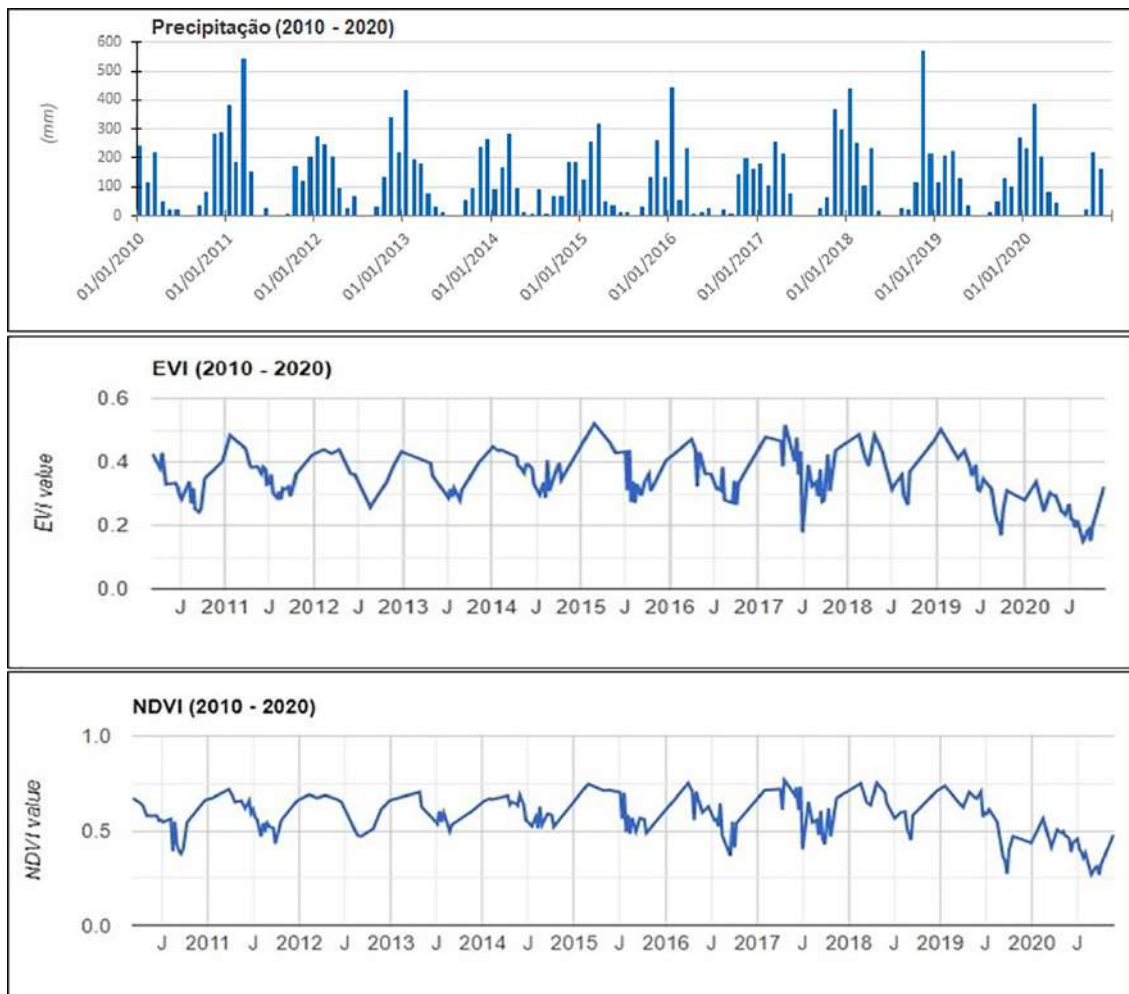
de EVI e NDVI tendem a aumentar, apresentando, por exemplo, valores de 0,501 e 0,737 nm, respectivamente, conforme visto em janeiro do ano de 2020.

A Figura 3 ilustra como a variabilidade sazonal das chuvas tem influência no vigor da vegetação e, por consequência, na paisagem e sua estrutura, tendo como exemplo as imagens dos meses de janeiro (período chuvoso) e setembro (período de estiagem) de 2020.

Ao longo de toda série temporal, observa-se uma redução dos IVs no último ano (2020), que pode ser reflexo do menor acumulado anual registrado em 2019 e também da maior extensão do período de estiagem em 2020, que se iniciou já em abril e se estendeu até setembro.

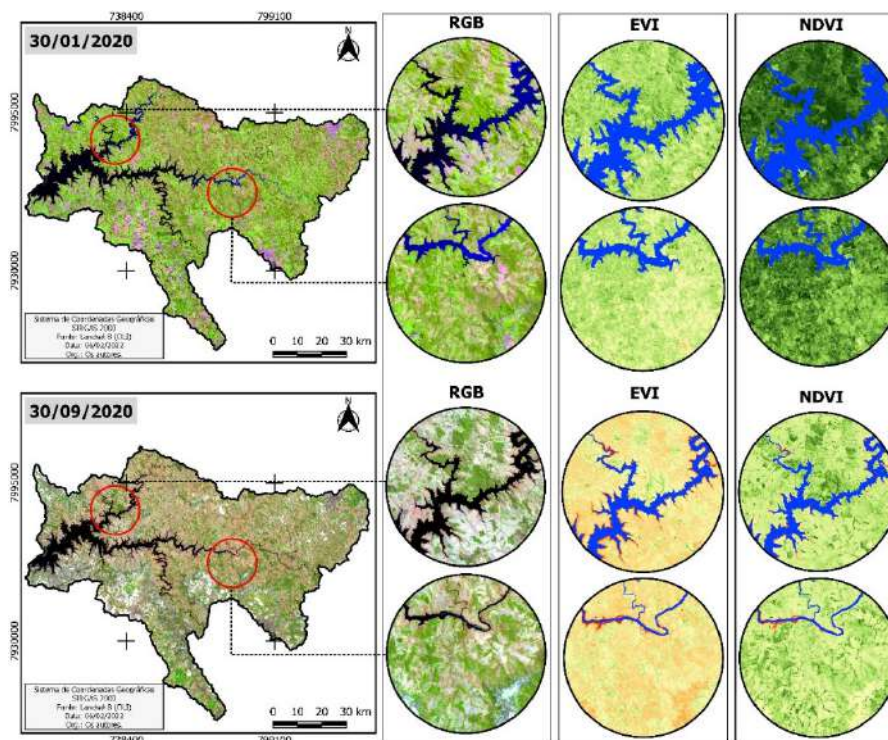
Considerando os dois IVs, nota-se que o EVI, por ser um índice ajustado, tem resposta mais sensível à vegetação e representa melhor a variação do seu vigor com relação à sazonalidade da precipitação. Essa

Figura 2. Variabilidade dos IVs (EVI e NDVI) em relação aos regimes de precipitação (2010 – 2020) / Variabilidad de los IV (EVI y NDVI) en relación con los regímenes de lluvia (2010 - 2020)



Fonte: Os autores.

Figura 3. Variabilidade sazonal dos IVs (EVI e NDVI) entre janeiro e setembro de 2020 / Variabilidad estacional de IVs (EVI y NDVI) entre enero y septiembre de 2020



Fonte: Landsat 8 (OLI), 2020. Org.: Os autores.

característica do EVI sobre a biomassa da vegetação, não só reforça a sua importância nos mapeamentos de cobertura e uso da terra, como também demonstra sua relevância na discriminação de diferentes tipologias vegetais.

Afim de destacar a influência do regime anual e da variabilidade sazonal da precipitação na dinâmica da vegetação, nos gráficos da Figura 4 são apresentados os resultados da correlação de Pearson em relação variação mensal dos IVs e da precipitação. Verifica-se que em toda série temporal observada há correlação positiva entre o regime mensal de precipitação e o vigor da vegetação, com significância estatística moderada na maioria dos anos.

No que diz respeito ao EVI, os coeficientes de Pearson ficaram sempre acima de 0,51 – alcançando o máximo de 0,83 (em 2013), retratando uma correlação forte. Com relação ao NDVI, com exceção dos anos de 2016 e 2019, quando os coeficientes de Pearson foram de 0,26 e 0,38, respectivamente, denotando uma correlação fraca, os demais anos apresentaram coeficiente superior a 0,5, que indica uma correlação moderada.

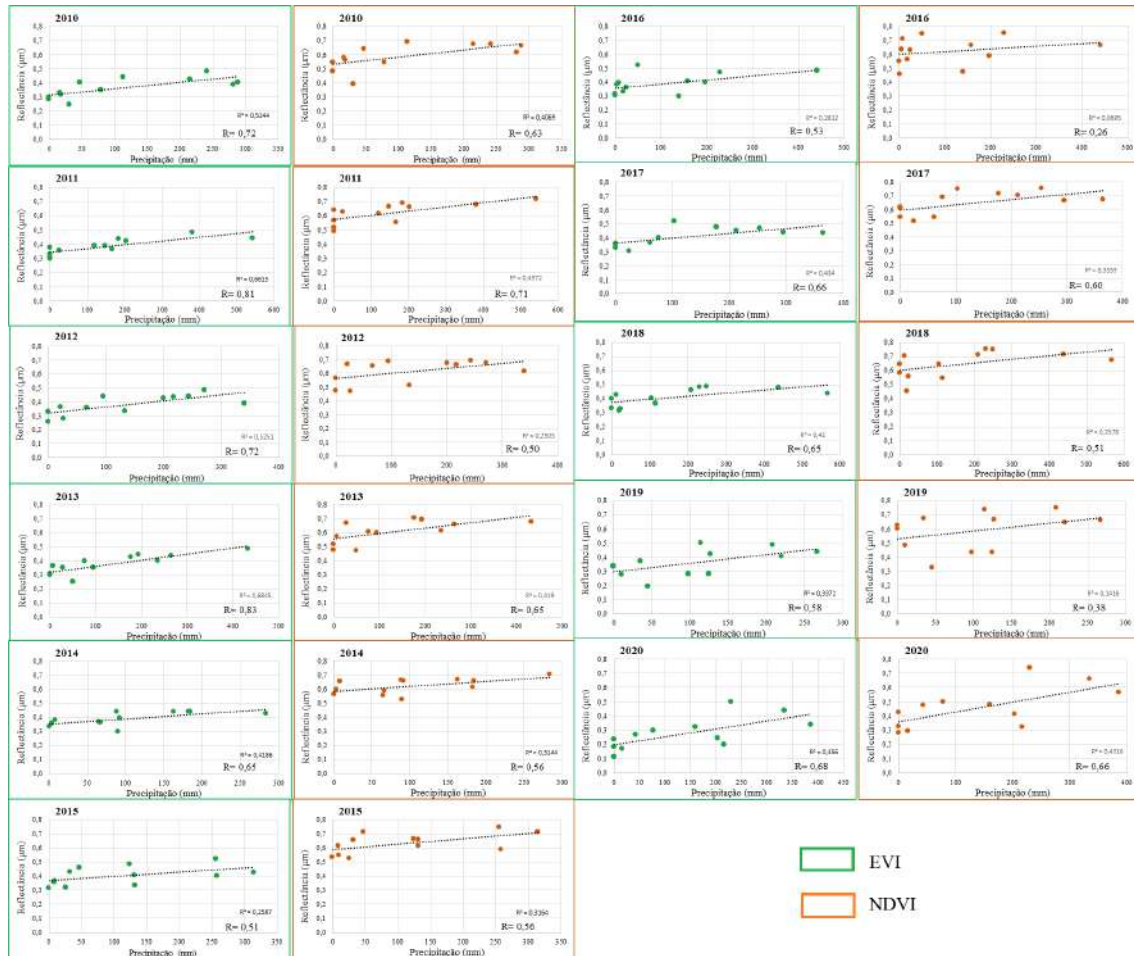
Considerações Finais

A utilização de dados de Sensoriamento Remoto, sob o aporte de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e de técnicas de Geoprocessamento, tem se destacado e contribuído de forma relevante na elucidação das intervenções humanas sobre o meio, subsidiando informações e produtos capazes de auxiliar no planejamento ambiental e na gestão e ordenamento territorial.

No presente trabalho, evidencia-se a aplicabilidade de dados e de técnicas de processamentos digital de imagens de satélite para avaliar e analisar a dinâmica da paisagem no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Itumbiara, destacando a inequívoca influência da sazonalidade e do regime de precipitação no comportamento do vigor e da abundância da cobertura vegetal, a partir de índices espectrais de vegetação (EVI e NDVI).

Destaca-se como pertinentes e necessários estudos complementares, no sentido de averiguar como a variabilidade das chuvas e do vigor da vegetação são capazes de influenciar o ciclo hidrológico, especialmente com

Figura 4. Correlação dos IVs com os regimes de precipitação (2010 – 2020) / Correlación de IVs con régimen de lluvias (2010 - 2020)



Org.: Os autores.

relação à infiltração da água e a manutenção dos reservatórios, sejam para geração de energia, como também aqueles destinados à dessedentação animal e ao abastecimento humano.

Referências

Jensen, J. R. 2009: *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. São José dos Campos (Brasil), Parentese.

Justice, C. O., Vermote, E., Townshend, J. R. G., Defries, R., Roy, D. P., Hall, D. K., Salomonson, V. V., Privette, J. L., Riggs, G., Strahler, A., Lucht, W., Myneni, R. B., Knyazikhin, Y., Running, Muller, J., Lewis, P. e Barnsley, M. J. 1998: "The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research". *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36, 1228-1249. <http://doi.org/10.1109/36.701075>.

Rouse, J. W., Hass, R. H., Schell, J. A. e Deering, D. W. 1974: "Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS", en *EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM*, n. 3, 1974, Washington. *Proceeding.*, 309-317.

Verona, J. D., Shimabukuro, Y. E. e Santos, J. R. 2005: "Potencialidades das imagens-fração multitemporais TM/Landsat na caracterização de variações fenológicas em área de floresta tropical na Amazônia", en *Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE.

Análise da densidade de feições erosivas lineares como subsídio ao estudo da paisagem

Análisis de la densidad de formas erosivas lineales como complemento al estudio del paisaje

Rafael Vilela de Andrade

UNESP

Rio Claro. Brasil

rafael.v.andrade@unesp.br

 ORCID: 0000-0001-7205-4524

Cenira Maria Lupinacci

UNESP

Rio Claro. Brasil

cenira.lupinacci@unesp.br

 ORCID: 0000-0002-4732-1421

Informações sobre o item

Recibido: 27/07/2022

Revisado: 08/05/2023

Aceptado: 22/06/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7285

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

As feições erosivas constituem marcas na paisagem que revelam, ou até denunciam, setores onde o uso da terra compromete a qualidade dos solos. A fim de identificar estes terrenos e analisar os tipos de relações que se estabelecem no local, foi elaborado o Mapa de Densidade de Feições Erosivas Lineares (2010/2011) de um setor do município de Botucatu (Brasil) marcado pelo relevo de *cuestas*. O cruzamento do Mapa de Densidade de Feições Erosivas Lineares (2010/2011) com o Mapa de Uso da Terra (2010/2011) revelou que as classes mais altas de densidade de feições erosivas localizam-se sobre pastagens, mas que, frequentemente são ativadas pelo despejo das águas pluviais de áreas urbanas ou rodovias do entorno. Dessa forma, o mapa de densidade de feições erosivas lineares demonstrou ser um instrumento eficiente na análise da paisagem, podendo contribuir também como desenvolvimento de um planejamento ambiental mais adequado à conservação dos solos.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia, Dinâmica erosiva, Uso da terra, Paisagem.

RESUMEN

Las formas erosivas revelan o incluso denuncian lugares donde el uso de la tierra degrada la calidad del suelo. Para identificar y analizar estos terrenos, se elaboró un Mapa de Densidad de Formas Erosivas Lineales de un área de relieve de *cuesta* en el municipio de Botucatu (Brasil). El análisis del Mapa de Densidad de Formas Erosivas Lineales (2010/2011) y el Mapa de Uso de la Tierra (2010/2011) mostró que las clases altas de densidad de formas erosivas se encuentran en los pastos, pero a menudo son provocadas por la escorrentía de las áreas urbanas o las carreteras. Por lo tanto, el mapa de densidad de formas erosivas lineales demostró ser un instrumento eficiente para el análisis del paisaje y también podría contribuir con la conservación de los suelos.

PALABRAS CLAVE: Cartografía, Dinámica erosiva, Uso del suelo, Paisaje.

Analysis of the density of linear erosive features as a subsidy to the study of the landscape

ABSTRACT

Erosive features can reveal or even denounce places where land use degrades soil quality. In order to identify and analyze these lands, a Density Map of Linear Erosive Features of a cuesta relief area in the municipality of Botucatu (Brazil) was elaborated. The analysis of the Linear Erosive Features Density Map (2010/2011) and the Land Use Map (2010/2011) showed that the highest density classes of erosive features are located on pastures, but are often triggered by runoff from urban areas or highways. Therefore, the map of density of linear erosive features proved to be an efficient instrument for landscape analysis, and could also contribute to the conservation of soils.

KEYWORDS: Cartography, Erosive dynamics, Land use, Landscape.

Analyse de la densité des traits érosifs linéaires comme subvention à l'étude du paysage

RÉSUMÉ

Des éléments érosifs révèlent voire dénoncent des lieux où l'occupation des sols dégrade la qualité des sols. Afin d'identifier et d'analyser ces terres, une Carte de Densité des Éléments Érosifs Linéaires (2010/2011) d'une zone de relief de cuesta dans la municipalité de Botucatu (Brésil) a été élaborée. L'analyse de la Carte de Densité des Éléments Érosifs Linéaires (2010/2011) et de la Carte

D'utilisation des Terres (2010/2011) a montré que les classes de densité les plus élevées d'éléments érosifs sont situées sur les pâturages, mais sont souvent déclenchées par le ruissellement des zones urbaines ou des autoroutes. Par conséquent, la carte de densité des éléments érosifs linéaires s'est avérée être un instrument efficace pour l'analyse du paysage et pourrait également contribuer à la conservation des sols.

MOTS CLÉ: Cartographie, Dynamique érosive, Occupation du sol, Paysage.

Analisi della densità delle tratti erosivi lineari come sussidio allo studio del paesaggio

RIASSUNTO

tratti erosivi rivelano o addirittura denunciano luoghi in cui l'uso del suolo degrada la qualità del suolo. Per identificare e analizzare questi terreni è stata elaborata una Carta di Densità delle Tratti Erosive Lineari (2010/2011) di un'area di rilievo di cuesta nel comune di Botucatu (Brasile). L'analisi della Carta di Densità delle Tratti Erosive Lineari (2010/2011) e della Uso della Terra (2010/2011) ha mostrato che le classi di densità più elevate di caratteristiche erosive si trovano sui pascoli, ma sono spesso innescate dal deflusso dalle aree urbane o dalle autostrade. Pertanto, la mappa della densità delle tratti erosive lineari si è rivelata uno strumento efficiente per l'analisi del paesaggio e potrebbe anche contribuire alla conservazione dei suoli.

PAROLE CHIAVE: Cartografia, Dinamica erosiva, Uso del suolo, Paesaggio.

Introdução

As escolas alemãs, francesas, russas e norte-americanas utilizaram o conceito de paisagem sob algumas variações com relação ao seu sentido. Apesar das diversas abordagens que enfatizam características distintas ao tratar da paisagem, é um consenso entre geógrafos que esta resulta da interação dos elementos do espaço, tanto os naturais como os humanos¹. Dessa feita, em oposição a conceitos de paisagem natural e paisagem cultural, o sentido do termo paisagem é propor uma abordagem integrada destes fatores².

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução³.

Esse conceito destaca a importância da interação dos fatores humanos e naturais na construção da paisagem, ressaltando seu aspecto dinâmico e afirmando que a paisagem provém daquela relação. Assim, depreende-se que a análise das características morfológicas e fisionômicas da paisagem possibilita a compreensão da natureza das relações espaciais responsáveis pela produção daquelas formas.

Em vista disso, entende-se que os processos acelerados de perda de solo frequentemente originam feições que ficam marcadas na paisagem revelando, ou até denunciando, uma relação em desequilíbrio. Mesmo que ocorram processos naturais de erosão dos solos – a erosão geológica –, a aceleração da ação erosiva nesses microambientes diz respeito às práticas humanas, frequentemente as transformações no uso da terra⁴. Como exemplo, pode-se citar o desmatamento que, ao converter determinadas áreas em pastagens, campos de cultivos ou áreas urbanas⁵, perturba processos naturais dinâmicos e estáveis, trazendo como consequência a degradação dos solos e marcando a paisagem com sulcos, com ravinas e com voçorocas.

Portanto, a identificação e a quantificação das feições erosivas lineares (sulcos, ravinas e voçorocas)

podem contribuir para o entendimento da paisagem ao possibilitar uma avaliação de como as atividades antrópicas impactam os solos em determinados locais. Em razão disso, nesse trabalho visa-se discutir o potencial do mapa de densidade de feições erosivas lineares na análise da paisagem. Esta técnica se propõe a identificar os setores mais severamente atingidos por processos erosivos lineares, auxiliando no diagnóstico dos tipos de uso da terra inadequados à conservação dos solos quando instalados sobre terrenos com determinadas condições físicas. Ademais, a análise dos dados fornecidos pelo mapeamento pode servir como subsídio científico ao planejamento territorial, a partir da compreensão de quais tipos de uso da terra não podem ser introduzidos em determinados setores do terreno.

Nesse contexto, foi elaborado um mapa de densidade de feições erosivas lineares de uma área de relevos cuestasiformes inserida no município de Botucatu, no estado de São Paulo (SP), Brasil. Esta técnica foi aplicada às áreas de drenagem dos canais anaclinais do município, ou seja, aqueles que tem suas nascentes no reverso cuestasiforme e fluem em direção à Depressão Periférica. De modo auxiliar, mapeou-se o uso da terra desta área, possibilitando cruzar os dados espaciais e avaliar as relações entre os tipos de uso da terra e as classes de densidade de feições erosivas lineares estabelecidas localmente. Tal procedimento possibilitou avaliar como as diferentes classes de uso da terra podem impactar no desenvolvimento de feições erosivas.

Técnicas Cartográficas

Para este trabalho foram elaborados dois documentos cartográficos, submetidos à análise em conjunto, a fim de identificar as relações que se estabelecem entre as feições erosivas e os tipos de uso da terra em Botucatu. No processo de concepção destes documentos utilizou-se como base as curvas de nível e o sistema de drenagem das cartas topográficas em escala de 1:10.000, elaboradas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), e ortofotos digitais da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA (EMPLASA) dos anos 2010/2011. De posse destes recursos, os mapeamentos foram elaborados no programa ArcGIS 10.5 segundo a descrição que se segue.

O Mapa de Densidade de Feições Erosivas Lineares (2010/2011) tem por objetivo quantificar e representar espacialmente a distribuição das feições erosivas lineares. Essa proposta foi inspirada nos mapas de densidade

¹ Maximiano, 2004.

² Vitte, 2007.

³ Bertrand, 2004, 141.

⁴ Blanco; Lal, 2008.

⁵ Gallegos Reina, 2022.

de drenagem que, a partir da quantificação do comprimento dos canais fluviais por unidade de área, identificam os setores do terreno com maior potencial erosivo pela ação fluvial⁶. De modo análogo, o mapa de densidade de feições erosivas lineares consiste em identificar, mapear e quantificar as feições erosivas por unidade de área, indicando, portanto, os locais onde os processos erosivos lineares se concentram, possibilitando diagnosticar as causas desse fenômeno.

A primeira etapa deste processo consiste, portanto, na identificação e mapeamento das feições erosivas lineares, as quais foram classificadas em três tipos. Os sulcos erosivos correspondem às feições menos desenvolvidas e indicam o estágio inicial do processo de erosão linear. São caracterizados pela sua baixa profundidade e pela possibilidade de obliteração por meio do uso de técnicas convencionais do manejo dos solos. A identificação dos sulcos nas ortofotos digitais da EMPLASA (2010/2011) se baseou no reconhecimento de incisões no terreno no sentido do declive desenvolvidas em razão do escoamento pluvial concentrado e foram mapeadas como linhas sobre as incisões, conforme o Quadro 1.


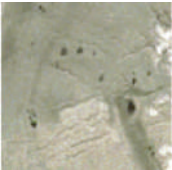



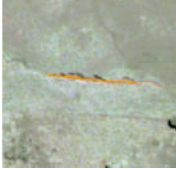



Os ravinamentos evidenciam o estágio intermediário do processo de desenvolvimento das feições lineares e se diferenciam dos sulcos erosivos pelo aprofundamento e pela presença dos taludes erosivos. Por

esse motivo, as ravinas foram identificadas nas ortofotos digitais como incisões profundas e foram mapeadas da mesma forma que os sulcos, como linhas sobre as incisões.

Por fim, as voçorocas correspondem ao estágio final e mais desenvolvido das feições erosivas lineares, indicando terrenos severamente comprometidos. Apesar de existirem diversos critérios utilizados para definir as voçorocas, tanto na bibliografia nacional como internacional, neste trabalho adotou-se o critério dos autores que preveem o escoamento subsuperficial no interior da feição⁷. De acordo com os autores (op. cit.), o aprofundamento da incisão até o nível freático faz com que o escoamento subsuperficial seja acrescentado aos processos que atuam sobre o desenvolvimento da erosão, alterando a dinâmica evolutiva da feição. Como consequência, verifica-se a ocorrência do *piping*, que leva ao alargamento e ramificação da feição a montante, critério que foi utilizado para a identificação das voçorocas nas ortofotos e, diferentemente das ravinas e sulcos, aquelas foram mapeadas por linhas sobre os taludes (Quadro 1).

Com relação ao processo de quantificação das feições, a fim de analisar sua densidade, a área de estudos foi dividida por uma malha de quadrículas de 500 metros de lado, criada pela ferramenta *Create Fishnet*. Em seguida, as feições erosivas foram cortadas de acordo

Quadro 1. Classificação de Feições Erosivas

Feição Erosiva	Simbologia	Ortofotos (EMPLASA 2010/2011)	Resultado do Mapeamento
Sulcos			
Ravinas			
Voçorocas			

Fonte: os autores.

⁶ Hubp, 1988.

⁷ Fendrich, et al, 1997. Augustin; Aranha, 2006. Filho; Filho, 2014.

com os limites das quadrículas com o uso da ferramenta *Intersect*. Posteriormente, o comprimento – em metros – das feições erosivas foi calculado na tabela de atributos, utilizando o recurso *Calculate Geometry*. Ao final, os valores de comprimento das feições erosivas foram associados às quadrículas com o uso da opção *Join and Relates: join*. O resultado desses procedimentos é que o arquivo vetorial da malha quadriculada passou a conter três colunas: uma para os sulcos, uma para as ravinas e uma para as voçorocas, com a soma do comprimento das feições erosivas no interior de cada quadrícula. Essas colunas tiveram seus valores divididos pela área das células (250.000m²), gerando novas colunas contendo os valores de densidade de sulcos erosivos, de ravinas e de voçorocas para cada quadrícula.


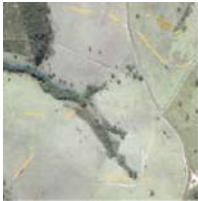













A partir de tais dados, inicialmente foram gerados três mapas: densidade de sulcos erosivos, densidade de ravinas e densidade de voçorocas. Para realizar a interpolação os valores foram atribuídos ao ponto central de cada célula, o que foi feito com o uso da ferramenta *Feature to Point*. Em seguida foi gerado um *Triangular Irregular Network (TIN)*, o qual, posteriormente foi convertido para o formato *raster* com o uso da ferramenta *Tin to Raster*.

A fim de agregar os dados para a construção do mapa de densidade de feições erosivas lineares, que inclui os três tipos de feições, as colunas com os valores de densidade de sulcos, ravinas e voçorocas foram somadas. Ressalta-se, porém, que os valores de densidade de sulcos erosivos foram multiplicados por 0,5 a fim de atribuir menor peso às áreas atingidas por este tipo de feição, uma vez que aquelas indicam um impacto menor sobre a degradação dos solos quando comparado às ravinas e voçorocas. Para os processos de espacialização do fenômeno, foram repetidos os mesmos procedimentos utilizados anteriormente na elaboração dos mapas de densidade de sulcos, de ravinas e de voçorocas.

Na sequência, os níveis de densidade de feições erosivas lineares foram agrupados em cinco classes – I a V – e os dados de densidade de feições erosivas lineares – em m/m² – foram convertidos em m/ha para melhor se adequarem aos dados de uso da terra, que são em hectares. A classificação dos valores de densidade de feições erosivas lineares seguiu intervalos exponenciais, sempre dobrando na classe seguinte: I: 0 -| 10m/ha; II: 10 -| 20m/ha; III: 20 -| 40m/ha; IV: 40 -| 80m/ha; V: 80 -| 160m/ha, conforme ilustrado no Quadro 2.

O mapa de uso da terra (2010/2011) foi elaborado utilizando as mesmas ortofotos digitais para classificar os padrões de uso da terra. As classes foram identificadas

Quadro 2. Classes de Densidade de Feições Erosivas Lineares

Classe/Cor	Feições Erosivas	Fotografias Aéreas
I (0 - 10 m/ha) 		
II (10 - 20 m/ha) 		
III (20 - 40 m/ha) 		
IV (40 - 80 m/ha) 		
V (80 - 160 m/ha) 		


Fonte: os autores.

a partir da observação de padrões de tamanho e forma das parcelas, cor e textura da superfície⁸. Ao todo, foram classificadas 17 diferentes classes de uso, que estão ilustradas no Quadro 3 juntamente com o padrão de superfície observado nas ortofotos.

Por último, a quantificação das áreas de sobreposição entre as classes de densidade de feições erosivas lineares e as classes de uso da terra foi calculada com o uso da ferramenta *Intersect*. Na interface da ferramenta, são adicionados os arquivos referentes às classes de densidade de feições erosivas lineares e a classe de uso que se deseja calcular a sobreposição. Ao final do processamento é gerado um novo arquivo que indica as áreas de sobreposição da classe de uso com cada classe

⁸ Ceron; Diniz, 1966.

Quadro 3. Classes de Uso da Terra

Agrupamento	Uso da Terra/Cor	EMPLASA (2010/11)	Agrupamento	Uso da Terra/Cor	EMPLASA (2010/11)
Áreas Antrópicas não agrícolas	Urbanização Consolidada		Áreas Antrópicas Agropecuárias	Cana de Açúcar	
	Expansão Urbana			Cultivo Perene	
	Chácaras			Cultivo Temporário	
	Infraestrutura Rural			Silvicultura	
	Estradas Rurais			Pasto Limpo	
	Estradas Pavimentadas			Pasto Sujo	
	Ferrovias			Vegetação Florestal	
Áreas de Vegetação	Área de Mineração		Vegetação Herbácea		
			Corpos D'Água		

Fonte: os autores.

de densidade de feições erosivas lineares, sendo os valores em área obtidos por meio do comando *Calculate Geometry*, utilizando a tabela de atributos.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo deste trabalho localiza-se sobre os relevos cuestiformes do município de Botucatu, SP, Brasil. A área foi delimitada segundo as superfícies de drenagem dos canais anaclinais do município, que têm suas nascentes no reverso e fluem no sentido da depressão, cruzando o degrau cuestiforme (Figura 1).

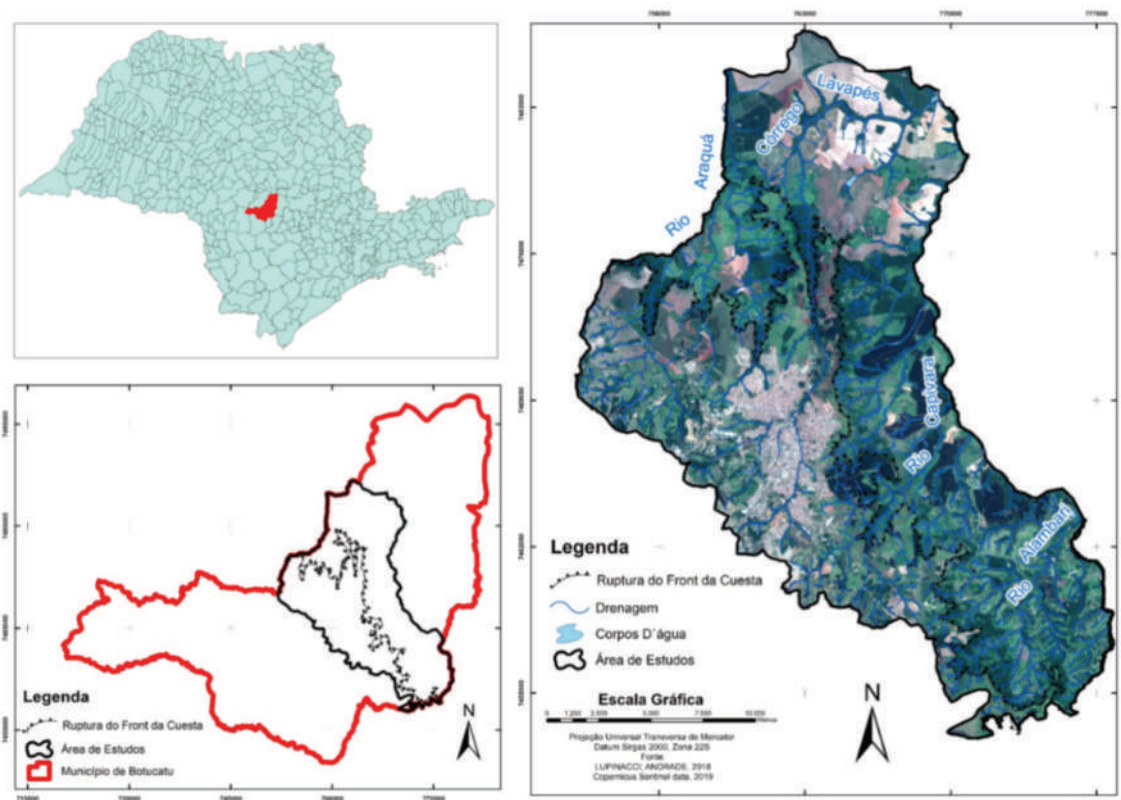
As chamadas Cuestas Paulistas, que marcam o relevo do interior do Estado de São Paulo com as maiores altitudes e maiores desníveis altimétricos⁹, se destacam na paisagem de Botucatu (SP). Essas formas de relevo evoluíram por circundenudação¹⁰ e desenvolveram-se em razão de processos de erosão diferencial proporcionados, por sua vez, pelo contato entre os derrames basálticos da Formação Serra Geral, mais resistentes, com os arenitos friáveis da Formação Botucatu. Os elevados

desníveis altimétricos e os declives acentuados, característicos dessa região, tornam a paisagem mais suscetível à degradação por processos erosivos.

Quanto ao embasamento litológico, a área de estudo estende-se sobre as formações sedimentares e magmáticas da Bacia Sedimentar do Paraná, possuindo elevada geodiversidade. Nessa área investigada, portanto, estão presentes os arenitos da Formação Pirambóia, em especial na Depressão Periférica; os arenitos da Formação Botucatu, aflorando principalmente nos terrenos próximos à linha de ruptura do *front* da *cuesta*; os derrames basálticos da Formação Serra Geral, interdigitados com os arenitos eólicos da Formação Botucatu, que se concentram próximos do *front* e no reverso; e os arenitos fluviais da Formação Marília, no reverso da *cuesta* de Botucatu, sustentando os terrenos mais elevados da região¹¹. Identificou-se também depósitos Pliocênicos-Pleistocênicos e depósitos Holocênicos, distribuídos por diversos setores da área de estudos¹¹.

Essa diversidade geológica implica em elevada variedade de classes de solos na região. Na Depressão Periférica verifica-se a ocorrência dos Argissolos

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Os autores.

⁹ Ab'Saber, 1956.

¹⁰ Ab'Saber, 1949.

¹¹ São Paulo, 1984.

Vermelho-Amarelo e dos Latossolos Vermelho-Amarelo associados aos setores da Formação Pirambóia. No reverso são identificados principalmente os Nitossolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos. Associados aos derrames basálticos e próximo ao *front* encontram-se também os Neossolos Litólicos, pouco desenvolvidos¹².

É possível constatar que as características físicas de Botucatu – em razão da presença de declives acentuados, de variações litológicas e da diversidade de solos –, contribuem ao desenvolvimento de processos erosivos lineares. Dessa forma, o uso da terra indiscriminado e mal planejado sobre estes ambientes possui elevado potencial para a degradação dos solos.

Com relação à ocupação humana, povos indígenas, como o Guarani, o Kaingang e o Oti-xavante, já viviam na região anteriormente à chegada dos colonizadores, deixando marcas que sobreviveram até o presente, como, por exemplo, o nome da cidade, cuja etimologia vem do tupi: *Ybitu-katu*, que significa “bons ares”, em referência ao clima mais ameno da região¹³. Já a ocupação colonizadora inicia-se no século XVIII com a fundação de vilas, construídas ao longo das rotas que eram abertas para acessar o interior do continente a partir do litoral. Essas povoações, que tinham como principal atividade econômica a criação de gado a fim de abastecer o mercado da região, vão gradualmente aumentando sua população e diversificando suas atividades econômicas com o cultivo de gêneros agrícolas nas terras férteis – oriundas da decomposição do basalto –, principalmente o café e o algodão¹⁴.

A chegada da ferrovia sorocabana em 1888 marca um importante momento para a integração econômica da região em razão da possibilidade de escoamento da produção agrícola, que se dinamiza por um tempo, mas, com a crise do café no início do século XX, aliada a outros fatores locais, perde força¹⁴. Atualmente, o meio rural é caracterizado por pastagens, canaviais, silvicultura e outros cultivos diversificados e o meio urbano encontra-se em crescente expansão. A população do município é estimada em 149.718 habitantes, com apenas cerca de 3 % dos domicílios no município localizados na zona rural¹⁵.

Resultados

A análise da densidade de sulcos erosivos, representados no mapa 1, permitiu constatar a ampla distribuição desse tipo de feição por vários setores da área estudada, tanto na Depressão Periférica como no reverso cuestasiforme, sugerindo uma forte relação desse tipo de feição erosiva com o uso da terra e demonstrando a facilidade com que os sulcos se desenvolvem em diversos setores do relevo. Os ravinamentos, por sua vez, concentram-se majoritariamente próximos ao *front* cuestasiforme, indicando maior associação desse tipo de feição com os setores de maior declive. No caso da densidade de voçorocas verificaram-se manchas de altas densidades na Depressão Periférica e no reverso, principalmente nas cabeceiras de drenagem. Destaca-se ainda que, em geral, os setores marcados no mapa de densidade de voçorocas indicam manchas que frequentemente atingem a terceira ou quarta classe de densidade de feições erosivas lineares, demonstrando o peso que este tipo de feição erosiva representa para o processamento da densidade.

Outra avaliação que a análise da densidade de sulcos, ravinas e voçorocas possibilita é que estas feições frequentemente dão destaque aos mesmos lugares. Mesmo que em determinado local predomine algum tipo de feição, as demais também estão presentes, caracterizando a existência de uma relação de vizinhança. Tal relação indica que o desenvolvimento das diferentes feições erosivas corresponde a processos-resposta aos mesmos condicionantes e que, portanto, uma área submetida a determinadas condições dará origem aos três tipos de feições, as quais podem, inclusive, evoluir de uma para a outra.

Com relação ao mapa de densidade de feições erosivas lineares, que corresponde à compilação das densidades de sulcos, de ravinas e de voçorocas, percebe-se uma forte associação entre as classes II e III e a linha de ruptura do *front* da *cuesta*, sugerindo que as altas declividades desses terrenos influenciam no desenvolvimento de sulcos e de ravinas, podendo evoluir para voçorocas a depender das condições locais. Já as manchas das classes IV e V são identificadas principalmente no reverso, próximas às cabeceiras de drenagem, e na Depressão Periférica e marcam setores atingidos por grandes voçorocamentos, associados também a sulcos e a ravinas.

Quando as classes de densidade de feições erosivas lineares são sobrepostas às classes de uso da terra, constata-se que os pastos limpos – que correspondem

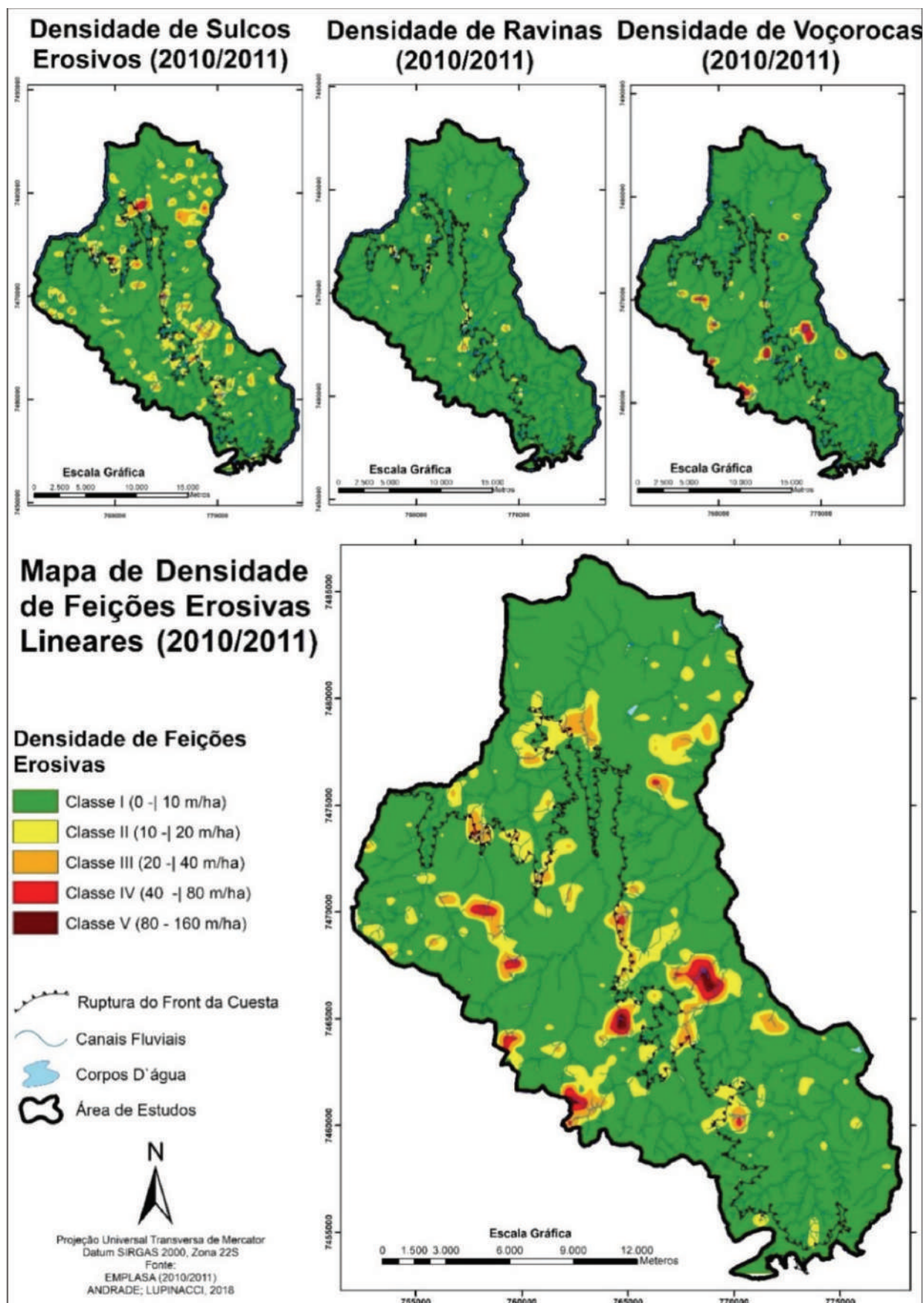
¹² Rossi, 2017.

¹³ Mello, 2012.

¹⁴ Figueroa, 2012.

¹⁵ IBGE, 2022.

Mapa 1. Mapas de Densidade de Feições Erosivas Lineares



Fonte: os autores.

ao tipo de uso de maior ocorrência na área de estudos, ocupando 34,6 % da área total – aumentam sua participação nas classes mais altas de densidade de feições erosivas lineares, ocupando 54,4 % das áreas inseridas na Classe II; 52,7 % das áreas inseridas na Classe III; 67,4

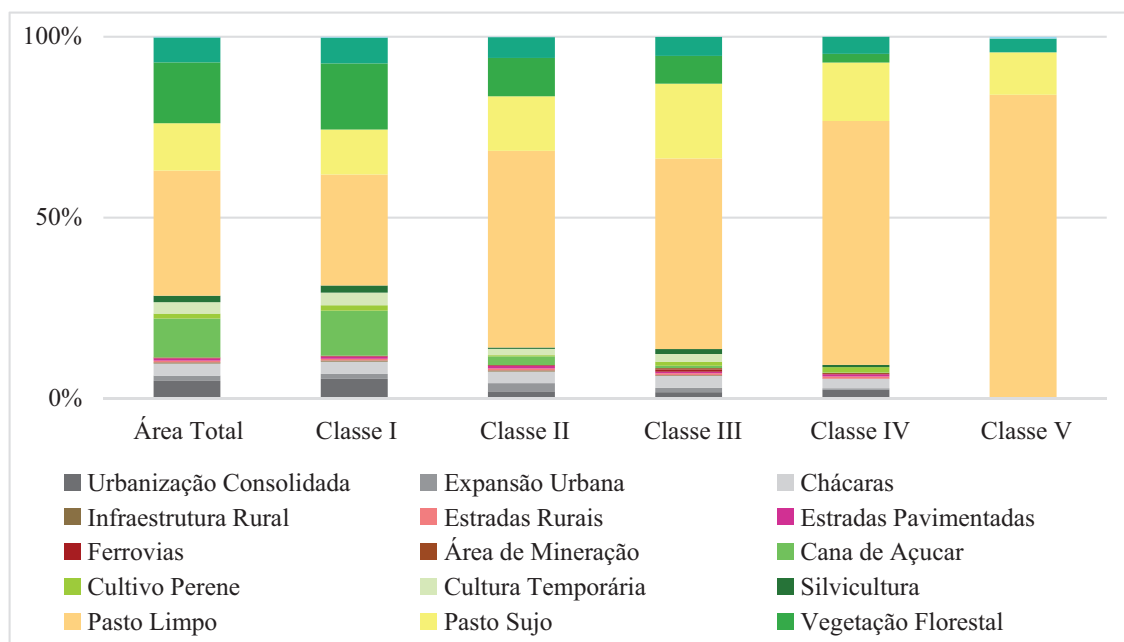
% das áreas inseridas na classe IV; e 84,0 % das áreas inseridas na Classe V (Tabela 1; Gráfico 1). Tais dados demonstram haver uma inequívoca relação entre as pastagens e o desenvolvimento de processos erosivos lineares.

Tabela 1. Sobreposição entre as Classes de Densidade de Feições Erosivas Lineares e as Classes de Uso da Terra

%	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Área Total
Urbanização Consolidada	5,4 %	2,0 %	1,8 %	2,4 %	0,0 %	4,9 %
Expansão Urbana	1,4 %	2,3 %	1,2 %	0,4 %	0,0 %	1,5 %
Chácaras	3,4 %	3,2 %	3,4 %	2,6 %	0,0 %	3,3 %
Infraestrutura Rural	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %
Estradas Rurais	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,0 %	0,5 %
Estradas Pavimentadas	0,6 %	0,8 %	0,4 %	0,6 %	0,0 %	0,6 %
Ferrovias	0,2 %	0,2 %	0,6 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %
Área de Mineração	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,3 %	0,0 %	0,1 %
Cana de Açúcar	12,5 %	2,4 %	0,7 %	0,1 %	0,0 %	10,8 %
Cultivo Perene	1,5 %	0,4 %	1,1 %	1,5 %	0,0 %	1,4 %
Cultura Temporária	3,4 %	1,7 %	2,1 %	0,0 %	0,0 %	3,2 %
Silvicultura	2,0 %	0,4 %	1,4 %	0,6 %	0,0 %	1,8 %
Pasto Limpo	30,6 %	54,4 %	52,7 %	67,4 %	84,0 %	34,6 %
Pasto Sujo	12,4 %	15,1 %	20,7 %	16,1 %	11,7 %	13,1 %
Vegetação Florestal	18,3 %	10,6 %	7,7 %	2,4 %	0,0 %	16,8 %
Vegetação Herbácea	7,1 %	5,8 %	5,2 %	4,7 %	3,8 %	6,9 %
Corpos d'água	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,5 %	0,2 %

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 1. Sobreposição entre as Classes de Densidade de Feições Erosivas Lineares e as Classes de Uso da Terra



Fonte: elaboração própria.

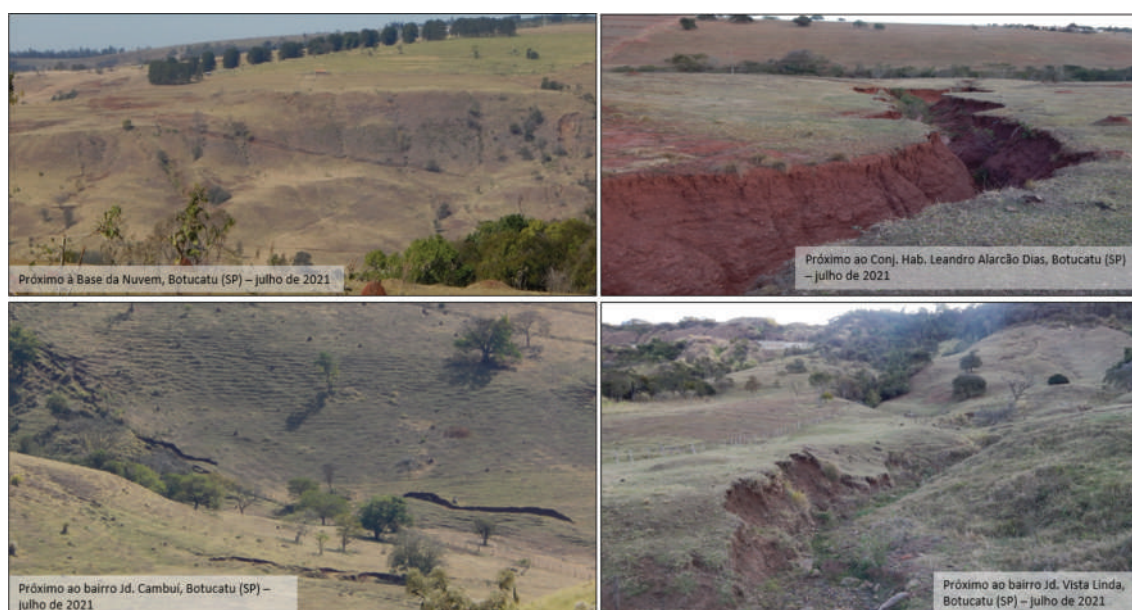
A relação entre os processos erosivos e as áreas de pastagens já é conhecida pela bibliografia. Diversos autores nacionais e internacionais relatam o desenvolvimento de feições erosivas em pastagens no interior paulista e em outras regiões do planeta¹⁶. A remoção da cobertura vegetal e a sua substituição por gramíneas para o pastoreio, especialmente em ambientes tropicais, sujeitos a altos índices pluviométricos, torna o solo mais exposto e suscetível à erosão por diversos processos, inclusive os lineares¹⁶. A diminuição do porte da cobertura vegetal reduz o amortecimento do impacto das gotas de chuva, que provocam a erosão por salpicamento. Já a redução da matéria orgânica na superfície e no solo e a menor profundidade dos enraizamentos levam à redução da taxa de infiltração e coesão do solo, aumentando sua erodibilidade.

No caso de Botucatu, observou-se ainda que terrenos de declive mais acentuado – em razão da dinâmica cuestasiforme – são destinados à pecuária em razão da limitação imposta pelo relevo à instalação de culturas agrícolas de tratamento mecanizado ou infraestruturas urbanas. Nesse caso, além das características das pastagens que favorecem o desenvolvimento de feições erosivas lineares, essa condição se potencializa pelo fato de diversos setores de maior declive, e, portanto, mais propensos ao desenvolvimento de feições, estarem submetidos a atividades pecuárias (Figura 2).

O intenso desenvolvimento de feições erosivas lineares nas áreas de pastagens pode estar relacionado também aos tipos de uso da terra identificados no entorno. A Figura 3 mostra como as áreas de urbanização consolidada, expansão urbana, estradas pavimentadas e ferrovias estão cercadas por manchas das altas classes de densidades de feições erosivas lineares. Apesar dessas classes de uso não possuírem uma sobreposição tão expressiva com as classes mais altas de densidade de feições erosivas lineares, a análise qualitativa da relação entre esses locais e as observações em campo mostram que, frequentemente, as erosões identificadas nas pastagens próximas a essas estruturas se desenvolvem em consequência da dinâmica do escoamento pluvial dessas coberturas impermeabilizadas, que despejam as águas pluviais sobre as pastagens do entorno.

A impermeabilização da superfície e a concentração dos fluxos de escoamento pluvial, quando concebidas de forma mal planejada, acarretam no despejo dessas águas sobre o solo, levando ao entalhamento de erosões profundas. Tais condições são encontradas também no município vizinho, São Manuel, também em São Paulo¹⁷, demonstrando que este é um problema recorrente na região. Esse processo ainda pode ser potencializado quando os despejos se dão sobre solos mais frágeis ou sobre terrenos de maior declive, próprios do desenvolvimento cuestasiforme (Figura 4). Com relação às

Figura 2. Feições erosivas em pastagens

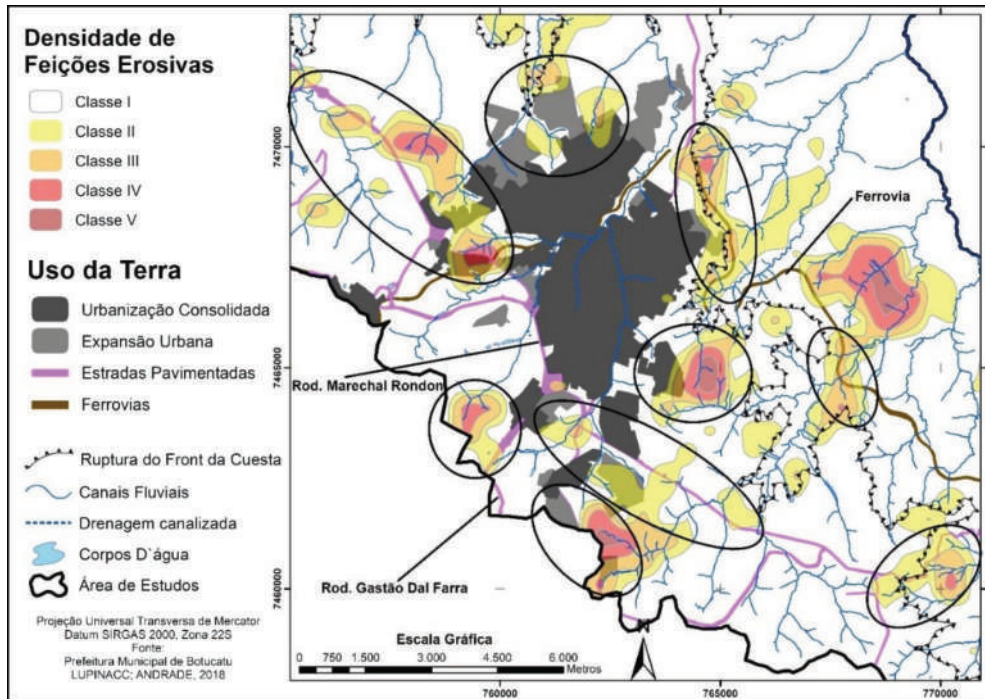


Fonte: os autores.

¹⁶ Lal, 1983. Goudie, 2013. Zanatta, 2018. Stefanuto, 2019. Silva; Lupinacci, 2021.

¹⁷ Pascoto, Furegatti, Peixoto, 2018.

Figura 3. Trecho do mapa de densidade de feições erosivas lineares no entorno da área urbana, rodovias e ferrovias



Fonte: os autores.

Figura 4. Voçorocas próximas a rodovias e à malha urbana



Fonte: os autores.

ferrovias, além da dinâmica elencada, verificou-se que os cortes no relevo, especialmente nos terrenos declivosos do *front*, também influenciam no aparecimento de sulcos e de ravinamentos.

Por fim, cabe lembrar que as culturas agrícolas – principalmente da cana de açúcar que ocupa 10,8 % do total da área de análise, assim como os cultivos perenes, as culturas temporárias e as áreas de silvicultura – apresentam fraca relação com as mais altas classes de densidade de feições erosivas lineares. No entanto, é válido ressaltar que, apesar da tênue relação com as feições lineares, outros trabalhos demonstram que os canaviais também influenciam na degradação dos solos

pela intensa erosão laminar¹⁸, da mesma forma, outras culturas agrícolas encontradas na área de estudo podem contribuir com a degradação dos solos através de outros processos.

Considerações Finais

O mapa de densidade de feições erosivas lineares demonstrou ser um instrumento eficiente na identificação dos locais mais severamente atingidos por processos erosivos, indicando setores onde as características

¹⁸ Corrêa et al, 2018.

naturais do terreno não são capazes de sustentar o uso da terra instaurado no local. A influência que o uso da terra demonstrou exercer sobre a dinâmica erosiva da região atribuiu destaque às pastagens como a atividade mais propensa ao desenvolvimento de feições erosivas lineares, fator potencializado ainda pela frequente instalação daquela atividade primária nas áreas de maior declive. Somado a isso, também ficou evidente que áreas urbanas, rodovias e ferrovias atuam na expansão de processos erosivos lineares em pastagens do entorno ao despejar as águas de escoamento pluvial e produzir cortes no relevo.

Em última análise, o mapa da densidade de feições erosivas lineares solidificou sua contribuição para uma mais ampla compreensão do conceito de paisagem, pois possibilitou conhecer – através do exemplo real investigado – e avaliar a natureza das relações entre os fatores antrópicos e naturais em determinada região. Dessa forma, é preciso destacar que, para compreender de maneira completa a dinâmica erosiva, é necessário analisar também as características naturais do ambiente em questão, uma vez que esta dinâmica é fruto da combinação dos fatores naturais e antrópicos. Por fim, entende-se que, para além das contribuições que o mapa da densidade de feições erosivas lineares pode trazer ao entendimento da paisagem, essa ferramenta também pode auxiliar na construção de um planejamento territorial que favoreça a conservação dos solos.

Referências

- Ab'Saber, Aziz Nacib.** 1956: "A Terra Paulista". *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, (23), 5 - 38.
- Ab'Saber, Aziz Nacib.** 1949: "Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácea, no Planalto Brasileiro". *Boletim Paulista de Geografia*, 1 (1), 3-21.
- Augustin, Cristina Helena Ribeiro Rocha; Aranha, Paulo Roberto Antunes.** 2006: "Piping em Área de Voçorocamento, Noroeste de Minas Gerais". *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 7 (1), 09-18.
- Bertrand, Georges.** 2004: "Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico". *RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise*. 8, 141-152.
- Blanco, Humberto; Lal, Rattan.** 2008: *Principles of soil conservation and management*. Springer.
- Ceron, Antônio Olívio; Diniz, José Alexandre.** 1966: "O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra" *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, 2 (28), 161-173.
- Corrêa, Edvania Aparecida; Moraes, Isabel Cristina; Lupinacci, Cenira Maria; Pinto, Sérgio dos Anjos Ferreira.** 2018: "Influência do cultivo de cana-de-açúcar nas perdas de solo por erosão hídrica em cambissolos no estado de São Paulo". *Revista Brasileira de Geomorfologia*. São Paulo, 19 (2), 231-243. <https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1303>
- Fendrich, Roberto.; Obladen, Nicolau Leopoldo; Aisse, Miguel Mansur; Garcias, Carlos Mello.** 1997. *Drenagem e controle da erosão urbana*. Curitiba, Champagnat.
- Figueroa, João Carlos.** 2012: "Vertentes históricas". Griese, Juliana, Mello, Murilo Gambato (Eds), *Atlas da Cuesta*. Botucatu: Instituto Itapoty,
- Filho, Gerson Salviano de Almeida; Filho, José Teixeira.** 2014: "A Importância da diferenciação dos processos erosivos lineares dos tipos ravina e boçoroca". *XII Simpósio de Recursos Hídricos Do Nordeste*. Natal, 1-15.
- Gallegos Reina, Antonio.** 2022: "Evolution of the territory and analysis of flooding and water erosion between 1956 and 2010: case study in the province of Malaga (Spain)". *Agua Y Territorio / Water and Landscape*, (21). <https://doi.org/10.17561/at.21.6368>
- Goudie, Andrew.** 2013. *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future*. Oxford, John Wiley & Sons
- Hubp, Jose Lugo.** 1988. *Elementos de Geomorfologia Aplicada (Metodos Cartograficos)*. México D.F., Universidad Nacional Autónoma de México.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** 2022: *IBGE Cidades*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/botucatu/panorama>
- Lal, Ratan.** 1983: "Soil erosion in the humid tropics with particular reference to agricultural land development and soil management". *Hydrology of humid tropical regions. Proc. Hamburg symposium*.
- Maximiano, Liz Abad.** 2004: "Considerações sobre o conceito de Paisagem". *RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise*, 8, 83-91.
- Mello, Murilo Gambato.** 2012: "Populações indígenas". Griese, Juliana, Mello, Murilo Gambato (Eds), *Atlas da Cuesta*. Botucatu: Instituto Itapoty,
- Pascoto, Tamara Vieira; Furegatti, Simone; Peixoto, Anna Silvia Palcheco.** 2018: "Classificação das Erosões da Área Urbana de São Manuel – SP" *In: XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica Geotecnia e Desenvolvimento Urbano – COBRAMSEG*
- Rossi, Marcio.** 2017: *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado*. São Paulo, Instituto Florestal.
- São Paulo (Estado), Secretaria de Obras e do Meio Ambiente; Departamento de Águas e Energia Elétrica; Universidade Estadual Paulista.** 1984: *Folha Geológica de Bauru (SF-22-Z-B)*: Mapa Geológico do Estado de São Paulo Escala 1:250.000.

- Silva, Melina Melo; Lupinacci, Cenira Maria.** 2021: "Análise de variáveis morfométricas da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista-Corumbataí (SP): subsídios ao planejamento ambiental de paisagem rural em escala de detalhe". *Geografia*, 46, 1–24. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2021v30n1p421>
- Stefanuto, Estêvão Botura.** 2019: *Análise da Dinâmica Erosiva Linear e seu Potencial Evolutivo em Ambiente Agrícola*, Dissertação de Mestrado, São Paulo State University (UNESP), Rio Claro (Brasil).
- Vitte, Antônio Carlos.** 2007: "O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na Geografia Física". *Mercator*, 6 (11), 71 – 78.
- Zanatta, Felipe Augusto Scudeller.** 2018: *Limitação física em área rural degradada: busca metodológica para definir o uso adequado das terras*, tesis doctoral, São Paulo State University (UNESP), Rio Claro (Brasil).



O uso de imagens de altíssima resolução no mapeamento de paisagens afetadas por erosão

El uso de imágenes de alta resolución en la elaboración de mapas de paisajes afectados por la erosión

Estêvão Botura Stefanuto

São Paulo State University (UNESP)

Río Claro. Brasil

estevao1508@hotmail.com

 ORCID: 0000-0001-6580-2563

Cenira Maria Lupinacci

São Paulo State University (UNESP)

Río Claro. Brasil

cenira.lupinacci@unesp.br

 ORCID: 0000-0002-4732-1421

Información del artículo

Recibido: 04/07/2022

Revisado: 19/04/2023

Aceptado: 16/05/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7291

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

As feições erosivas lineares podem ser compreendidas como a expressão da relação entre os elementos naturais e antrópicos. Assim, o objetivo do artigo foi analisar uma paisagem marcada por feições erosivas a partir de imagens de altíssima resolução geradas por um VANT DJI MAVIC Pro com sensor RGB CMOS com pixels efetivos de 12.35 M. Os resultados apontam para possibilidade de identificar o grau de dinamicidade dos taludes erosivos de voçorocas, assim como para um aumento no detalhamento dos sistemas erosivos vinculados às ravinas. A semelhança entre os fenômenos identificados em campo e os presentes na imagem também é interessante e constitui-se em um fator que reduz drasticamente o ônus com as etapas de reambulação. Algumas limitações foram identificadas, como a necessidade de verificações em campo para caracterização de rupturas topográficas com afloramento d'água e limitações no processo de fotointerpretação, causadas, por exemplo, por obstrução no campo de visada.

PALAVRAS-CHAVE: VANT, Feições Geomorfológicas, Feições Erosivas Lineares.

RESUMEN

Puede entenderse las formas erosivas lineales como la expresión de la relación entre elementos naturales y antrópicos. Así, el objetivo del artículo fue analizar un paisaje marcado por formas erosivas a partir de imágenes de alta resolución generadas por un DJI MAVIC Pro UAV con sensor RGB CMOS con píxeles efectivos de 12,35 M. Los resultados apuntan a la posibilidad de identificar el grado de dinamicidad de los taludes erosivos de las quebradas, así como a un aumento en el detalle de los sistemas erosivos vinculados a los barrancos. La similitud entre los fenómenos identificados en campo y los presentes en la imagen también es interesante y constituye un factor que reduce drásticamente la carga con los pasos de reambulación. Se identificaron algunas limitaciones, como la necesidad de verificaciones de campo para caracterizar rupturas topográficas con afloramientos de agua y limitaciones en el proceso de fotointerpretación, provocadas, por ejemplo, por obstrucción en el campo de visión.

PALABRAS CLAVE: UAV, Formas Geomorfológicas, Formas Erosivas Lineales.

The use of high resolution images in mapping of landscapes affected by erosion

ABSTRACT

The linear erosive features, can be understood as a result of this relation between natural and man-made elements. Thus, the aim is to analyze a landscape with erosion features from high resolution images recorded by a DJI MAVIC Pro UAV with a RGB CMOS sensor of 12.35M effective pixels. The results, show possibility of identifying degree of dynamism of erosive gullies sidewall as well as for an increase in detailing erosive systems linked to ravines. The similarity between the phenomena identified in field and those present in the image is also interesting and constitutes a factor that drastically reduces the *onus* over the reambulation steps. A few limitations were identified, such as the need for some field verifications to characterize topographic ruptures with water flow and limitations in the photointerpretation process, caused, for example, by obstruction in the field of view.

KEYWORDS: UAV, Geomorphological Features, Linear Erosive Features.

L'utilisation d'images haute résolution dans la cartographie des paysages affectés par l'érosion

RÉSUMÉ

Les éléments érosifs linéaires peuvent être compris comme l'expression de la relation entre les éléments naturels et anthropiques. Ainsi, l'objectif de l'article était d'analyser un paysage marqué par des traits érosifs à partir d'images à très haute résolution générées par un drone DJI MAVIC Pro avec un capteur RGB CMOS avec des pixels effectifs de 12,35 M. Les résultats indiquent la possibilité d'identifier le degré de dynamique des pentes érosives des grande ravins, ainsi qu'une augmentation du détail des systèmes

érosifs liés aux ravins. La similitude entre les phénomènes identifiés sur le terrain et ceux présents dans l'image est également intéressante et constitue un facteur qui réduit drastiquement la charge avec les étapes de déambulation. Certaines limites ont été identifiées, telles que la nécessité de vérifications sur le terrain pour caractériser les ruptures topographiques avec des affleurements d'eau et les limites du processus de photointerprétation, causées, par exemple, par l'obstruction du champ de vision.

MOTS-CLÉ: UAV, Caractéristiques Géomorphologiques, Caractéristiques Érosives Linéaires.

L'uso di immagini ad alta risoluzione nella mappatura di paesaggi coinvolti dall'erosione

SOMMARIO

I tratti erosivi lineari possono essere intesi come l'espressione del rapporto tra elementi naturali e antropici. Pertanto, l'obiettivo dell'articolo era quello di analizzare un paesaggio caratterizzato da caratteristiche erosive da immagini ad altissima risoluzione generate da un UAV DJI MAVIC Pro con un sensore CMOS RGB con pixel effettivi di 12,35 M. I risultati indicano la possibilità di individuare il grado di dinamicità dei versanti erosivi dei calanchi, nonché un aumento del dettaglio dei sistemi erosivi legati agli anfratti. Interessante anche la somiglianza tra i fenomeni individuati sul campo e quelli presenti nell'immagine e costituisce un fattore che riduce drasticamente l'onere con le fasi di riambulazione. Sono state individuate alcune limitazioni, come la necessità di verifiche in campo per caratterizzare rotture topografiche con affioramenti d'acqua e limitazioni nel processo di fotointerpretazione, causate, ad esempio, dall'ostruzione nel campo visivo.

PAROLE CHIAVE: UAV, Caratteristiche Geomorfologiche, Caratteristiche Erosive Lineari.

Introdução

A paisagem pode ser entendida como um conjunto de componentes naturais e antrópicos que interagem em diversas escalas temporais e/ou espaciais, nas quais os elementos físicos (rocha, solo, relevo...), integrados com os sistemas sociais, constituem o binômio inseparável sociedade-natureza¹. Neste contexto, as feições erosivas podem ser compreendidas como uma chave de análise da interação sociedade-natureza e, conseqüentemente, da composição e evolução de parte da paisagem, uma vez que podem ser fruto de interações naturais² e/ou da ação humana/antrópica³.

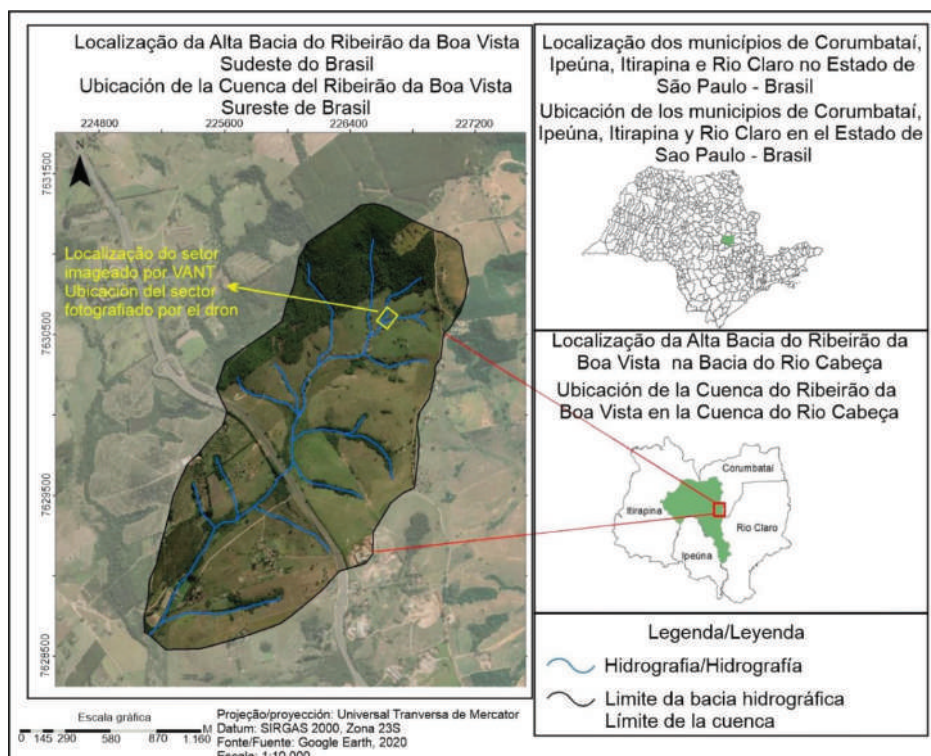
A análise de feições erosivas não é recente - as voçorocas, por exemplo, constituem-se em objetos de estudo desde 1928⁴. No entanto, analisar as paisagens com a presença de feições erosivas à luz de novas técnicas, como as imagens de altíssima resolução propiciadas por veículos aéreos não tripulados (VANTs) e seus respectivos sensores, constitui-se em um tema a ser explorado. Assim, tem-se como objetivo deste artigo analisar uma paisagem marcada por feições erosivas a partir de uma imagem de

altíssima resolução, buscando discutir suas potencialidades e limitações para a identificação de feições geomorfológicas que compõem este tipo de paisagem.

Metodologia

Visando atingir o objetivo proposto, foi selecionada uma fração de um complexo sistema erosivo, o qual está localizado na Depressão Periférica Paulista, na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente no setor norte da alta bacia do Ribeirão da Boa Vista, alocada no município de Corumbataí - Unidade Federativa de São Paulo - Brasil⁵ (Figura 1). A área está sobre a Formação Pirambóia⁶, a qual se organiza em faces, sendo estas compostas, de modo geral, por arenitos finos a muito grossos, bem ou mal selecionados e que podem apresentar matriz silto-argilosa ou argilosa, exibindo também clastos de argila⁷. Os solos predominantes são os Argissolos Vermelho Amarelo Distróficos, unidade Serrinha, marcados por mudança textural abrupta, com domínio em superfície de areia fina⁸. Apresenta-se ainda a Figura 2, buscando dimensionar o fenômeno erosivo.

Figura 1. Localização do setor imageado (em amarelo) na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Boa Vista



Fonte: adaptado de Silva et al. 2022⁹.

¹ Rodriguez et al., 1995.

² Guerra y Guerra, 2010.

³ Nir, 1983.

⁴ Rubey, 1928.

⁵ Silva y Lupinacci, 2021.

⁶ Instituto Geológico, 1984.

⁷ Cortês y Perinotto, 2015.

⁸ Oliveira y Prado, 1984.

⁹ Silva et al., 2022

Figura 2. Dimensões aproximadas de alguns setores do sistema erosivo analisado obtidas via Google Earth Pro



Fonte: os autores.

Para a produção das imagens de altíssima resolução do setor utilizou-se um VANT DJI MAVIC Pro com voo estacionário e posicionamento visual ativo, de +/- 0,1 m (vertical) e +/- 0,3 m (horizontal), tendo embarcado um sensor RGB com 1/2.3" (CMOS), pixels efetivos de 12.35 M (pixels totais 12.71 M), FOV 78.8°/26mm f/2.2. O imageamento ocorreu em 05 de fevereiro de 2022 a partir de uma única captura fotográfica obtida a 65 m de altitude da superfície, a qual possibilitou um produto com resolução espacial de 1,5 cm por pixel. Tal imagem não foi submetida a procedimentos de ortorretificação e georreferenciamento, permitindo assim, somente uma análise de caráter qualitativo. A imagem foi fotointerpretada para identificação dos componentes geomorfológicos no *software* CorelDRAW, sendo os símbolos geomorfológicos¹⁰ desenhados graficamente no mesmo programa sobre as feições identificadas.

Resultados e Discussão

A imagem gerada permitiu a identificação de diversas feições geomorfológicas com precisão quanto às formas e a área de ocorrência, evidenciando o potencial de imagens de altíssima resolução para tal finalidade (Figura 3). Parte dos símbolos geomorfológicos seguem propostas consolidadas¹¹ e novas propostas de simbologia¹², no entanto, considerando as especificidades da área de estudo, alguns símbolos foram desenvolvidos exclusivamente para este artigo, sendo estes: bloco solapado, espelho d'água e murundum. Os blocos solapados constituem-se em massas destacadas do talude erosivo das voçorocas por processos de solapamento da base; os espelhos d'água são áreas mais profundas do canal, nas quais ocorre o acúmulo de água, permitindo a formação de uma lâmina d'água fotointerpretável; e os murunduns são abrigos de colônias de cupins, sendo que alguns se apresentam em atividade e outros estão desativados.

¹⁰ Tricart, 1965. Vertappen y Zuidan, 1975. Zanatta, 2018.

¹¹ Tricart, 1965. Vertappen y Zuidan, 1975.

¹² Zanatta, 2018.

Figura 3. Imagem fotointerpretada com símbolos geomorfológicos sobrepostos às feições geomorfológicas



Fonte: os autores.

Em um primeiro momento, os taludes erosivos das voçorocas merecem destaque (Figura 4). A partir da imagem de altíssima resolução é possível identificar três estágios evolutivos, representados pelas setas em cores distintas. O talude na porção oriental da imagem (setas roxas) apresenta baixa dinâmica erosiva, uma vez que evidencia cobertura quase contínua de gramíneas, com poucos setores com solos expostos, e inexistência de material depositado no sopé do talude. Já o talude erosivo destacado pelas setas laranjas (porção central da imagem), apresenta uma dinâmica erosiva mais ativa em relação ao descrito anteriormente. A afirmação é ratificada pela integração do talude erosivo com sulcos erosivos e ravinas. O setor imageado é destinado à pecuária, assim as áreas de integração das feições erosivas lineares são caracterizadas como pontos de acesso do gado ao curso hídrico para dessedentação. Por fim, classifica-se o talude erosivo destacado pelas setas amarelas como o mais dinâmico do ponto de vista erosivo, sendo que apresenta blocos solapados, os quais evidenciam uma atuação erosiva recente. A partir dos processos de solapamento, que removem o material do sopé do talude erosivo (formação das alcovas de regressão), forma-se um ambiente propício ao fendilhamento¹³, gerando quedas de blocos por cisalhamento (*shearing*

failure), tombamento (*toppling failure*) e/ou stress (*stress failure*)¹⁴, processos os quais darão origem aos blocos solapados.

A imagem com altíssima resolução também proporcionou a identificação de sistemas erosivos, ou seja, setores nos quais as feições erosivas lineares se coadunam (Figura 5). Em produtos de sensoriamento remoto com menor resolução espacial, tal identificação se torna limitada, sendo que, em grande parte destes, mapeia-se uma única feição erosiva linear por parcela da imagem. Tal fato fica evidente, por exemplo, a partir da forma de construção da simbologia das ravinas, as quais são representadas por um símbolo pontual. Como é possível observar nos setores destacados na imagem (Figura 5), em produtos com altíssima resolução identificam-se as ravinas como uma feição erosiva mais complexa, composta por uma dinâmica de canais de concentração dos fluxos superficiais. Assim, cabe a reflexão, se a simbologia das ravinas organizada até então de forma pontual¹⁵ é efetiva para a representação do fenômeno em produtos com elevada resolução espacial. Destaca-se que o autor¹⁶ apresenta um segundo símbolo para representação de ravinas, similar ao empregado para os taludes erosivos e que pode ser representado em linha.

¹⁴ Wang et al., 2016.

¹⁵ Tricart, 1965.

¹⁶ Tricart, 1965.

¹³ Wells et al., 2013.

Figura 4. Comparação das dinâmicas erosivas atuantes nos taludes das voçorocas. As setas representam três dinâmicas distintas. A fotografia A representa o talude erosivo destacado pelas setas roxas e a fotografia B representa o setor destacado pelas setas amarelas



Fonte: os autores.

Figura 5. Destaque aos sistemas erosivos atuantes na área de estudo. A fotografia A representa o setor 1 e a fotografia B o setor 2



Fonte: os autores.

Este símbolo, a princípio, possibilita uma delimitação dos canais que compõem os sistemas de ravinamento, podendo ser uma possibilidade para trabalhos futuros.

A identificação de espelhos d'água com tamanhos variáveis também se constitui em dado interessante (Figura 6), uma vez que permite caracterizar, com maior detalhe, os fundos de vale e seus respectivos formatos. Os espelhos d'água, na área estudada, constituem-se em setores mais profundos do canal, os quais possibilitam o acúmulo de água. A jusante destes setores, os canais apresentam-se, em alguns casos, entulhados de sedimentos (Figura 6B), fato que caracteriza vales com formato plano. Dois setores merecem destaque (representados pelos retângulos azuis), pois os espelhos d'água ocorrem em pontos do talude erosivo com evidências de dinâmica erosiva recente, ou seja, recuo significativo na linha do talude erosivo e blocos solapados. O fato de o canal ser mais profundo em áreas com a presença de espelhos d'água pressupõe maior energia e com isso maior disponibilidade para o destacamento de materiais do talude erosivo e atuação de processos como o solapamento (Figura 6B). Assim, a princípio, pode-se compreender o aprofundamento do canal e o destacamento de material do talude erosivo como processos concomitantes, sendo que estes setores

apresentam também canais mais largos, caracterizados por lâminas d'água mais significativas, como indicado na Figura 6.

Como destacado, as imagens de altíssima resolução oferecem produtos com grande detalhamento, no entanto, algumas feições ainda carecem da escala de campo para confirmação de suas características. Como exemplo, tem-se a ruptura topográfica com afloramento d'água (Figura 7). Na imagem, é possível identificar a ruptura e a consequente exposição do talude, no entanto, diferentemente de outras áreas de estudo¹⁷, a ruptura com afloramento d'água não apresenta mudança de coloração na cobertura vegetal instalada em seu sopé, fato que dificultou a caracterização desta somente pelo processo de fotointerpretação.

Por fim, outras limitações ainda são identificadas e representam um desafio para a evolução técnica destes produtos. No primeiro destaque (Figura 8; setor 1) evidencia-se um setor de fundo de vale com impossibilidade de fotointerpretação devido ao bloqueio no campo de visada por um indivíduo arbóreo. Tal fato ocorre também em alguns setores do talude erosivo (setores 2 e 4), sendo partes destes destacados com a simbologia erosiva na cor magenta. Outra limitação da imagem ocorre na fotointerpretação de setores do talude erosivo

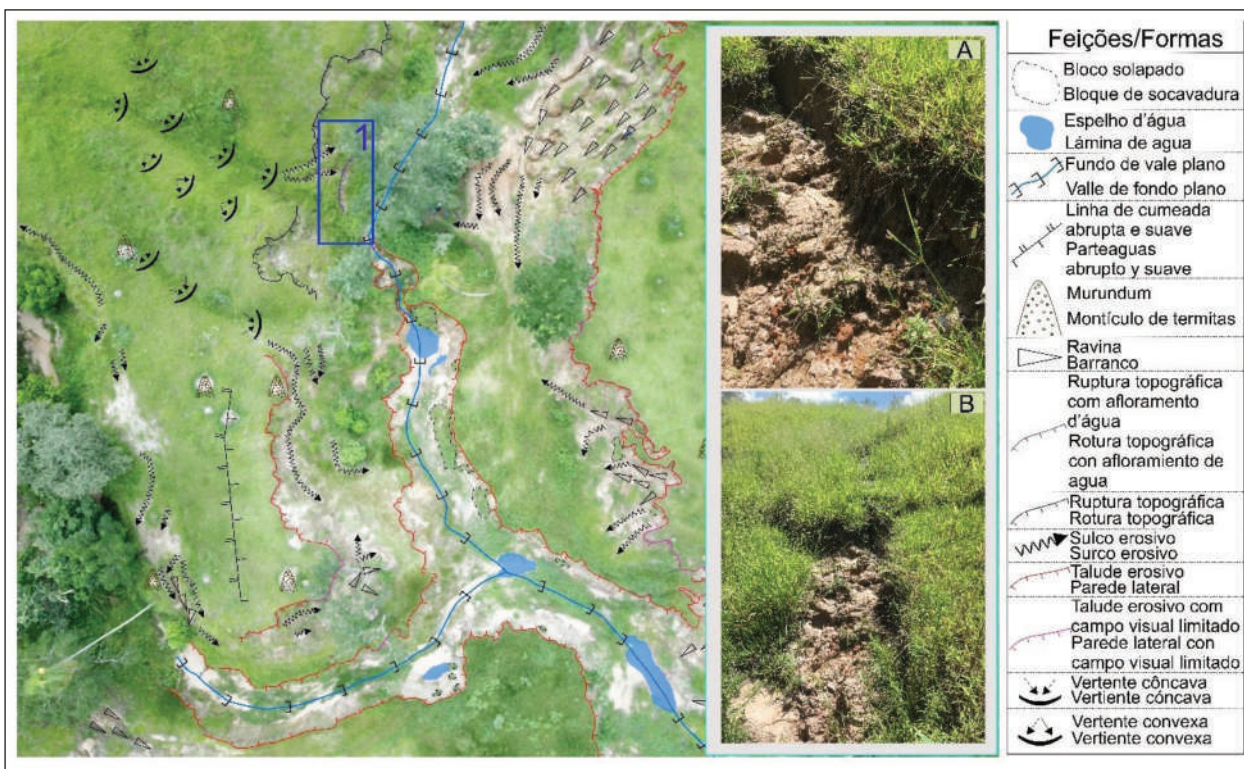
Figura 6. Setores de conformidade entre espelhos d'água e pontos de recuo significativo do talude erosivo. A fotografia A representa o setor 1 e a fotografia B o setor 2



Fonte: os autores.

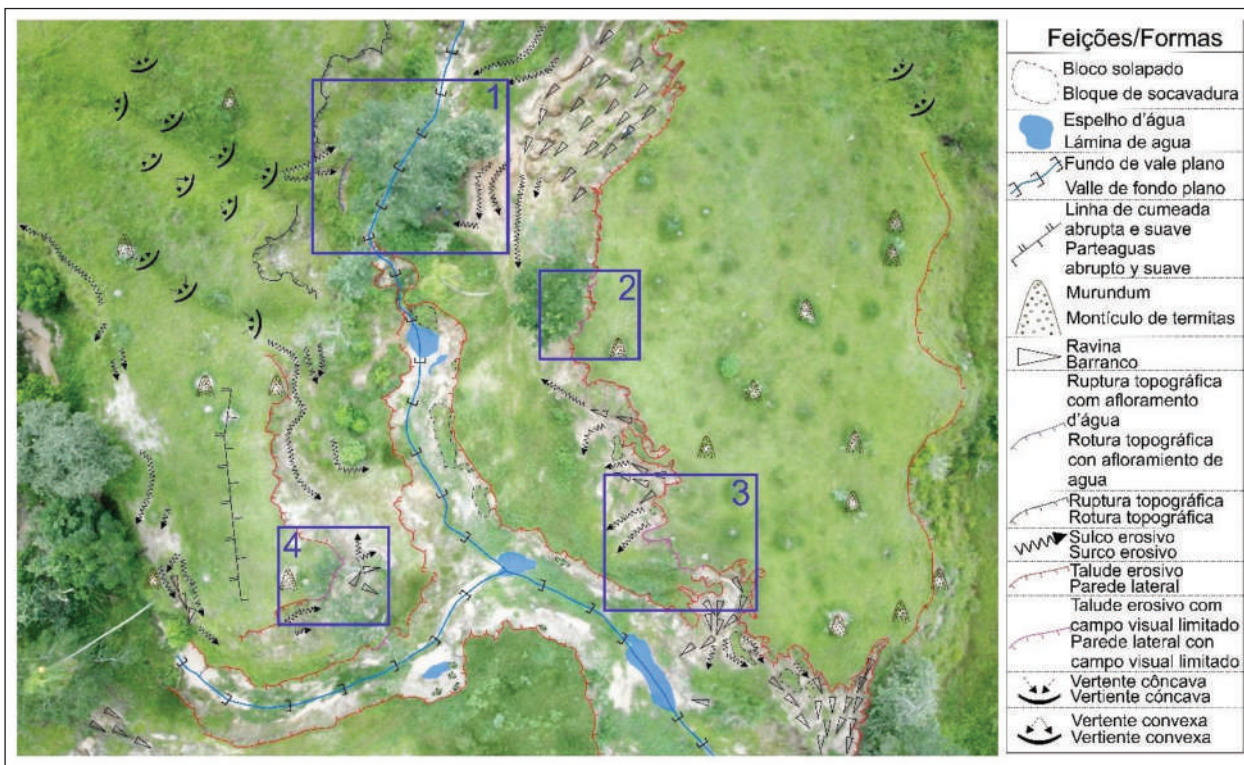
¹⁷ Zanatta, 2018.

Figura 7. Ruptura topográfica com afloramento d'água. As fotografias A e B representam o setor 1



Fonte: os autores.

Figura 8. Setores com limitação no procedimento de fotointerpretação. Destaques 1, 2 e 4, limitações no campo de visada. Destaques 3, limitação no ângulo de imageamento do alvo



Fonte: os autores.

posicionados a 90° em relação ao sensor ou cujo talude apresente angulação aguda (Figura 8; setor 3). Nestes pontos não é possível visualizar o material exposto do talude erosivo, tendo como agravante a similaridade entre a cobertura de gramíneas presente na parte superior e inferior do talude. Com isso, os símbolos traçados em tais setores apresentam imprecisão; em algumas situações, sendo definidos a partir do trajeto possível de ser identificado na vizinhança. Para futuras pesquisas, a questão das angulações pode ser aprimorada a partir de técnicas de ortorretificação, sendo a similaridade visual entre a cobertura, complexa para ser solucionada via fotointerpretação, carecendo assim de produtos auxiliares como os modelos tridimensionais do terreno produzidos por laser scanner terrestre (LST)¹⁸.

Considerações finais

As imagens de altíssima resolução permitem a aproximação entre os fenômenos identificados em campo e os provenientes de produtos do sensoriamento remoto, fato que reduz drasticamente o ônus com as etapas de reambulação. Ainda, algumas feições, como as voçorocas, podem ser caracterizadas quanto ao seu grau de dinamicidade, ou seja, feições lineares desse gênero passam a ser caracterizadas em maior grau de detalhe e de complexidade. O aprimoramento na caracterização das feições também foi possível em setores de ravinas, fato que gerou uma reflexão sobre a efetividade da representação cartográfica do símbolo utilizado. Ainda, algumas limitações perfazem as imagens de altíssima resolução captadas por sensores RGB, gerando a necessidade de verificação em campo. Destacam-se as limitações no campo de visada e no ângulo de imageamento dos alvos, sendo que estas podem ser aprimoradas para pesquisas futuras a partir de sensores mais robustos e técnicas de ortorretificação. Por fim, compreende-se que as imagens de altíssima resolução se constituem em produto primordial para a análise de paisagens afetadas por feições erosivas, pois permitem, além da identificação, o detalhamento de diversas feições geomorfológicas, elemento que agrega um entendimento processual de parte destes fenômenos. Ainda, para estudos futuros, vale analisar a discordância textural dos solos e interação com os fenômenos erosivos, uma vez que a área de estudo apresenta

Argissolos Vermelho Amarelo Distróficos, unidade Serrinha, marcados por mudança textural abrupta e horizonte B textural, fator que pode dinamizar os processos erosivos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

- Cortês, A. R. P.; Perinotto, J. A. J.** 2015: "Fácies e associação de fácies da Formação Piramboia na região de Descalvado (SP)". *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo, 15 (3-4), 23-40. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v15i3-4p23-40>
- Guerra, A. T.; Guerra, A. J. T.** 2010: *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro (Brasil), Bertrand Brasil.
- Instituto Geológico Do Estado De São Paulo – IG.** 1984: *Formações Geológicas de Superfície*. Folha Corumbataí.
- Loureiro, H. A. S.; Guerra, A. J. T.; Andrade, A. G. de.** 2020: "Contribuição ao estudo de voçorocas a partir do uso experimental de laser scanner terrestre e VANT". *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 21 (4), 871-892. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i4.1880>
- Nir, D.** 1983: *Man, a geomorphological agent: An introduction to Antropic Geomorphology*. Jerusalem (Israel), Keter Publishing House.
- Oliveira, J. B. de; Prado, H. do.** 1984: *Levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo. Folha São Carlos*. Campinas (Brasil), IAC.
- Rubey, W. W.** 1928: "Gullies in the Great Plains formed by sinking of the ground". *American Journal of Science*, 5-15 (89), 417-422. <https://doi.org/10.2475/ajs.s5-15.89.417>
- Rodriguez, J. M. M; Mauro, C. A. de; Russo, I. L; Silva, C. M. dos S; Bovo, R.; Arcuri, M. E. P; Marinho, V. L. F.** 1995: "Análise da paisagem como base para uma estratégia de organização geoambiental: Corumbataí (SP)". *Geografia*, 20 (1), 81-129.
- Silva, M. M; Lupinacci, C. M.** 2021: "Análise de variáveis morfométricas da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista-Corumbataí (SP): subsídios ao planejamento ambiental de paisagem rural em escala de detalhe". *Geografia*, 46, 1-24. <https://doi.org/10.5016/geografia.v46i1.15451>
- Silva, M. M; Lupinacci, C. M; Stefanuto, E. B.** 2022: "Análise da distribuição espacial das feições erosivas lineares na alta bacia do Ribeirão da Boa Vista -Corumbataí (SP)". *Geosul*, 82, 275-302. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2022.e77196>

¹⁸ Loureiro; Guerra y Andrade, 2020.


- Tricart, J.** 1965: *Principles y Méthodes de la Geomorphologie*. Paris (França), Maisson.
- Verstappen, H. T.; Zuidan, R. A.** 1975: "ITC System of geomorphological survey". *Manual ITC Textbook*, 1 (8).
- Wang, Y; Kuang, S; Su, J.** 2016: "Critical caving erosion width for cantilever failures of river bank". *Int. J. Sediment Res.*, 31, 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2016.05.003>
- Wells, R. R; Momm, H. G; Rigby, J. R; Bennett, S. J; Binger, R. L; Dabney, S. M.** 2013: "An empirical investigation of gully widening rates in upland concentrated flows". *Catena*, 101, 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.10.004>
- Zanatta, F. A. S.** 2018: *Limitação física em área rural degradada: busca metodológica para definir o uso adequado das terras*, tesis doctoral, São Paulo State University (UNESP), Rio Claro (Brasil).

A cartografía morfométrica do relevo como subsídio ao estudo da paisagem: a alta bacia do Rio Capivara – Botucatu (SP) – Brasil

La cartografía morfométrica del relieve como subsidio al estudio del paisaje: la alta cuenca del Río Capivara – Botucatu (SP) - Brasil


Higor Lourenzoni Bonzanini

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Campus Rio Claro (SP). Brasil
Higor.bonzanini@unesp.br

 ORCID: 0000-0003-0135-3361

Cenira Maria Lupinacci

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Campus Rio Claro (SP). Brasil
Cenira.Lupinacci@unesp.br

 ORCID: 0000-0002-4732-1421

Información del artículo

Recibido: 25/07/2022

Revisado: 19/04/2023

Aceptado: 04/05/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7304

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

A análise morfométrica do relevo busca quantificar características naturais deste elemento da paisagem que podem dificultar o uso da terra em função da intensa dinâmica geomorfológica. Assim, a cartografia morfométrica tem o potencial de auxiliar a identificação de terrenos que necessitam ser resguardados, podendo auxiliar no planejamento ambiental. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi identificar setores naturalmente fragilizados, com grande potencial de alteração da paisagem geomorfológica em área de relevo cuestasiforme, na alta bacia do rio Capivara, em Botucatu (SP). Para isso, foram elaboradas as cartas de declividade, dissecação vertical, dissecação horizontal e de energia do relevo, evidenciando setores naturalmente suscetíveis a ocorrência de processos erosivos, que são ainda afetados pelo uso inadequado da terra. Conclui-se que a cartografia morfométrica, ao fornecer informação para que o uso da terra seja realizado considerando as limitações impostas pelas características naturais do relevo, pode colaborar com a compreensão da dinâmica da paisagem e, portanto, ser utilizada como instrumento de gerenciamento dos espaços ocupados.

PALAVRAS-CHAVE: Processos Erosivos, Energia do Relevo, Relevo de Cuestas, Planejamento Ambiental.

RESUMEN

El análisis morfométrico del relieve busca cuantificar las características naturales de este elemento del paisaje que pueden dificultar el uso del suelo debido a la intensa dinámica geomorfológica. Por lo tanto, la cartografía morfométrica tiene el potencial de ayudar a identificar áreas que necesitan protección y puede ayudar en la planificación ambiental. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar sectores naturalmente frágiles, con gran potencial para cambiar el paisaje geomorfológico en un área de relieve cuestasiforme, en la cuenca alta del río Capivara, en Botucatu (SP). Para ello se elaboraron mapas de talud, disección vertical, disección horizontal y energía de relieve, mostrando sectores naturalmente susceptibles a la ocurrencia de procesos erosivos, que aún se ven afectados por el uso inadecuado del suelo. Se concluye que la cartografía morfométrica, al brindar información para el uso del suelo a realizar considerando las limitaciones que imponen las características naturales del relieve, puede colaborar con la comprensión de la dinámica

del paisaje y, por tanto, ser utilizada como instrumento para el manejo de espacios ocupados.

PALABRAS CLAVE: Processos Erosivos, Energia do Relieve, Relieve de Cuesta, Planificación ambiental.

The morphometric cartography of relief as a subsidy to the study of the landscape: the upper Capivara River catchment – Botucatu (SP) – Brazil

ABSTRACT

Cartography has the potential to help identify areas that need to be protected, and may help in environmental planning. Therefore, the objective of this work was to identify naturally fragile sectors, with great potential for changing the geomorphological landscape in an area of cuestas relief, in the upper basin of the Capivara river, in Botucatu (SP). For this, maps of slope, vertical dissection, horizontal dissection and relief energy were prepared, showing sectors naturally susceptible to the occurrence of erosion processes, which are still affected by inadequate land use. It is concluded that morphometric cartography, by providing information for land use to be carried out considering the limitations imposed by the natural characteristics of the relief, can collaborate with the understanding of the dynamics of the landscape and, therefore, be used as an instrument for managing spaces busy.

KEYWORDS: Erosive Processes, Relief Energy, Relief of Cuestas, Environmental Planning.

La cartographie morphométrique du relief comme aide à l'étude du paysage: le bassin supérieur du fleuve Capivara – Botucatu (SP) – Brésil

RESUMÉ

L'analyse morphométrique du relief vise à quantifier les caractéristiques naturelles de cet élément paysager qui peuvent entraver l'occupation du sol en raison de l'intense dynamique géomorphologique. Ainsi, la cartographie morphométrique a le potentiel d'aider à identifier les zones qui doivent être protégées et peut aider à la planification environnementale. Par conséquent, l'objectif de ce travail était d'identifier les secteurs naturellement fragiles, avec un grand potentiel de changement du paysage

géomorphologique dans une zone de relief cuestasiforme, dans le bassin supérieur de la rivière Capivara, à Botucatu (SP). Pour cela, des cartes de pente, de dissection verticale, de dissection horizontale et d'énergie du relief ont été préparées, montrant les secteurs naturellement sensibles à l'apparition de processus d'érosion, qui sont encore affectés par une utilisation inadéquate des terres. Il est conclu que la cartographie morphométrique, en fournissant des informations sur l'utilisation des terres à effectuer compte tenu des limitations imposées par les caractéristiques naturelles du relief, peut collaborer à la compréhension de la dynamique du paysage et, par conséquent, être utilisée comme un instrument pour gestion des espaces occupés.

MOTS-CLÉ: Processus Érosifs, Énergie de Secours, Allègement des coûts, Planification Environnementale.

La cartografia morfometrica del rilievo come sussidio allo studio del paesaggio: il bacino superiore del fiume Capivara – Botucatu (SP) – Brasile

SOMMARIO

L'analisi morfometrica del rilievo mira a quantificare le caratteristiche naturali di questo elemento paesaggistico che può ostacolare l'uso del suolo a causa delle intense dinamiche geomorfologiche. Pertanto, la cartografia morfometrica ha il potenziale per aiutare a identificare le aree che devono essere protette e può aiutare nella pianificazione ambientale. Pertanto, l'obiettivo di questo lavoro è stato quello di identificare settori naturalmente fragili, con un grande potenziale di modifica del paesaggio geomorfologico in un'area di rilievo cuestasiforme, nel bacino superiore del fiume Capivara, a Botucatu (SP). Per questo sono state predisposte mappe di pendenza, dissezione verticale, dissezione orizzontale ed energia di rilievo, che mostrano i settori naturalmente suscettibili all'insorgenza di processi erosivi, che risentono ancora di un uso inadeguato del suolo. Si conclude che la cartografia morfometrica, fornendo informazioni per l'uso del suolo da effettuare tenendo conto dei limiti imposti dalle caratteristiche naturali del rilievo, può collaborare alla comprensione delle dinamiche del paesaggio e, quindi, essere utilizzata come strumento per gestione spazi occupati.

PAROLE CHIAVE: Processi Erosivi, Energia di Sollevamento, Sgravio dei Costi, Pianificazione Ambientale.

Introdução

A intensificação dos processos erosivos no município de Botucatu, relatado por alguns trabalhos^{1, 2, 3, 4}, alertam para a falta de planejamento ambiental na região, que necessita de trabalhos detalhados que auxiliem no estabelecimento do uso adequado da terra nestas localidades. Alterações no uso da terra e o aumento da capacidade técnica humana estão correlacionadas ao rompimento no estado de equilíbrio natural, que pode gerar e intensificar processos erosivos, resultando em alterações significativas na paisagem⁵.

A paisagem, como categoria de análise na geografia, é produto da interação no espaço geográfico do meio natural com o uso antrópico, quando existente. Desta forma, a paisagem pode ser munida de elementos da natureza e elementos sociais, culturais e econômicos⁶. Ainda, a paisagem pode ser interpretada de diferentes maneiras, de acordo com os conhecimentos de cada indivíduo e da sociedade. Desta maneira, a paisagem é alterada com o passar do tempo, e é condicionada tanto pelas características naturais, como pela capacidade técnica e de conhecimento da sociedade⁷.

A ausência de um planejamento adequado do uso da terra contribui para uma ocupação desenfreada do meio natural, podendo acelerar os processos erosivos em locais naturalmente suscetíveis, alterando negativamente a paisagem⁸. Conforme alguns autores destacam⁹, a cartografia morfométrica auxilia no planejamento ambiental e no uso e ocupação da terra, ao quantificar os elementos naturais do relevo e evidenciar setores com potencial fragilidade natural. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi de identificar setores naturalmente frágeis devido às características do relevo, com grande potencial de alteração da paisagem geomorfológica em área de relevo cuestasiforme, na alta bacia do Rio Capivara, no município de Botucatu (SP) (Figura 1).

Metodologia

Para a realização da análise morfométrica do relevo, foram elaboradas as cartas de dissecação vertical, dissecação horizontal, declividade e de energia, utilizando o software ArcGIS em sua versão 10.5. A base cartográfica, com as informações sobre os cursos hídricos e as curvas de nível com equidistância de 5m, foi obtida a partir das cartas topográficas do IGC, em escala 1:10.000, disponíveis na plataforma online DATAGEO.

Carta de dissecação vertical

Utilizando a proposta original desenvolvida em 1981¹⁰ e a adaptação proposta em 1991¹¹, foi elaborada a carta de dissecação vertical. Calculando, a partir das curvas de nível contidas em cada sub-bacia, a distância altimétrica entre o fundo de vale e a linha de cumeada, torna-se possível a delimitação de setores com maior ou menor grau de dissecação vertical^{12, 13}.

Considerando a proposta original¹⁴, foram definidas 6 classes correspondentes aos desníveis altimétricos (Quadro 1), visando destacar a intensidade da dissecação vertical em cada sub-bacia. Cada classe abarca a equidistância de duas curvas de nível, representando 10 metros de desnível altimétrico, com exceção da classe 6, que contempla qualquer valor igual ou superior a 50m e que por isso pode abarcar mais de duas curvas de nível. Após a criação dos respectivos polígonos de cada classe em uma pasta, no ArcGIS. Para definir as classes de cada ponto, foi utilizada a régua disponível no *Software*, que permitiu a partir da medição da distância entre o fundo de vale e o talvegue a separação das classes. Após a separação consolidada, traçou-se os polígonos de cada classe usando o modo editor, através da ferramenta *edit -> trace*.

Carta de dissecação horizontal

Para a confecção da carta de dissecação horizontal foi considerada a proposta metodológica original¹⁵ e a

¹ Araujo Junior et al., 2002.

² Campos et al., 2004.

³ Ribeiro e Campos, 2007.

⁴ Pisani et al., 2016.

⁵ Bak, 1997.

⁶ Vitte, 2007.

⁷ Maximiano, 2004.

⁸ Ross, 1995.

⁹ Zacharias et al., 2005.

¹⁰ Spiridonov, 1981.

¹¹ Mauro et al., 1991.

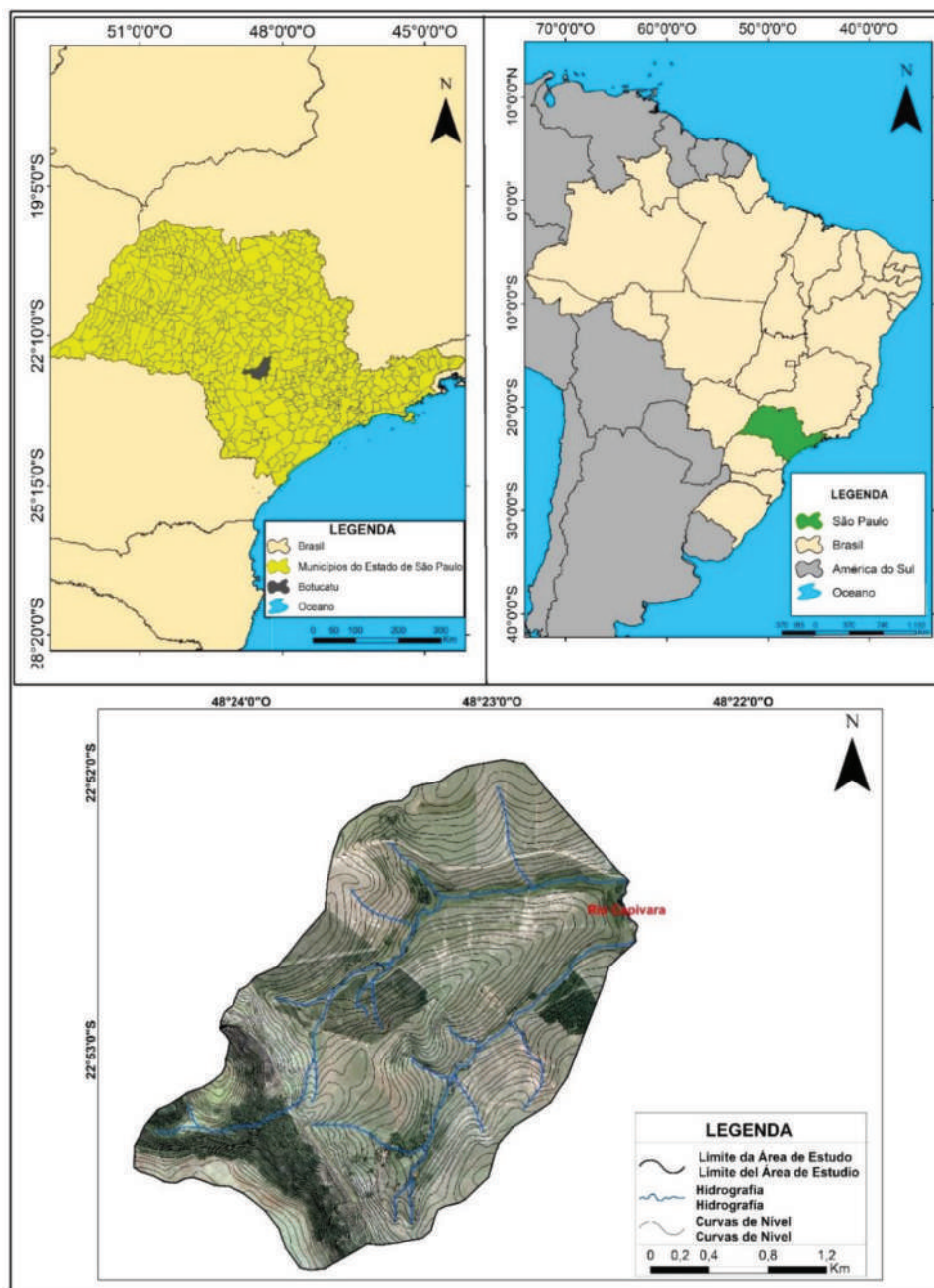
¹² Cunha, 2001.

¹³ Gomes et al., 2016.

¹⁴ Spiridonov, 1981.

¹⁵ Spiridonov, 1981.

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Elaboração Autores.

Quadro 1. Classes e valores estabelecidos para a carta de dissecação vertical

Classes	Divisão em metros
1	≤10m
2	10-20m
3	20-30m
4	30-40m
5	40-50m
6	≥50m

Fonte: Elaboração Autores.

adaptação¹⁶. A dissecação horizontal avalia a distância em linha reta entre o fundo de vale e a linha de cumeeada de cada sub-bacia, sendo sua relação de grandeza inversamente proporcional, pois quanto menor a distância entre esses elementos, maior será a dissecação horizontal.

Desta maneira, a carta proporciona a identificação de áreas com maior concentração de cursos hídricos e

¹⁶ Mauro et al., 1991.

Quadro 2. Classes e valores estabelecidos para a carta de dissecação horizontal

Classes	Divisão em metros
1	≤10m
2	11-20m
3	21-40m
4	41-80m
5	81-160m
6	161-320m
7	≥321m

Fonte: Elaboração Autores.

de confluências, possibilitando apontar os setores com maior potencial de atuação dos cursos fluviais na alteração da paisagem.

A partir da proposta original¹⁷, foram definidas 7 classes para a carta, considerando o valor mínimo mapeável de acordo com a escala empregada (1mm=10 metros) e dobrando o valor do limite das classes em sequência (Quadro 2). Pelo ArcGIS, a área de estudo foi inicialmente dividida em sub-bacias, que a partir do uso do recurso da régua no software, permitiu o cálculo da distância em linha reta do fundo de vale ao divisor de águas, podendo estabelecer os limites das classes vigentes.

Carta de declividade

Para a elaboração da carta de declividade, foi considerada a proposta metodológica mais adequada para a área de trabalho¹⁸. A carta de declividade é uma importante ferramenta de análise do relevo, pois, identifica áreas que apresentam inclinação elevada, evidenciando uma potencial fragilidade natural na ocorrência de processos erosivos.

Com o uso do software ArcGIS através da ferramenta *Slope*, da extensão *3D Analyst tool*, gerou-se automaticamente a carta de declividade. Porém, o procedimento automático gera distorções nos dados de declividade da bacia, especialmente nas áreas de topo, de fundo de vale e de canais pluviais. Para corrigir os erros identificados, criou-se um *shapefile* responsável por atribuir valor de altitude a estas localidades, mitigando tais erros.

¹⁷ Spiridonov, 1981.

¹⁸ De Biasi, 1992.

Quadro 3. Definição e caracterização das classes de declividade

Classes de declividade e cores	Limites das classes de declividade em (°) e em (%)	Caracterização
Classe 1	≤ 1,27° ≤ 2%	Indica áreas planas e de possíveis alagamentos
Classe 2	1,28° - 3,18° 3 % - 5%	Áreas de intenso uso agrícola devido a facilidade de mecanização ²⁰ .
Classe 3	3,19 - 7,60° 6 % - 12%	12% - Limite para o uso da mecanização na agricultura ^{21,22} .
Classe 4	7,61° - 18,50° 13% - 30%	Devido a declividade, caracterizam-se como setores de pouco aproveitamento para o uso agrícola, ocorrendo ainda a intensificação da ocorrência de processos erosivos ²³ .
Classe 5	18,51° - 26,91° 31% - 45%	Áreas íngremes de baixo uso agrícola devido à dificuldade de manejo ^{24,25} .
Classe 6	26,92° - 90° ≥ 45%	

Fonte: Elaboração Autores.

Ainda, para a definição das classes da carta de declividade (Quadro 3), levando em consideração as características da bacia¹⁹.

Carta de energia do relevo

Para o processo de elaboração da carta de energia do relevo, foi utilizada por base a proposta original²⁶ e a adaptação para o meio digital²⁷.

A carta de energia do relevo é produto da junção das demais cartas morfométricas (carta de dissecação vertical, dissecação horizontal e de declividade), evidenciando setores com maior potencialidade ao desenvolvimento de processos erosivos. Ainda, alguns autores destacam a carta como um indicador de áreas com potencial ao desenvolvimento de movimentos de massa²⁸.

O processo de elaboração ocorreu por meio do ArcGIS, no qual as informações contidas em cada um dos arquivos raster das três cartas previamente elaboradas

¹⁹ De Biasi, 1970.

²⁰ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

²¹ De Biasi, 1992.

²² Stefanuto e Lupinacci, 2019.

²³ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

²⁴ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

²⁵ Mathias, 2016.

²⁶ Mendes, 1993.

²⁷ Zanatta e Ferreira, 2015.

²⁸ Machado e Cunha, 2012.

são unidas em um único, através da linguagem de programação *Python*. Desta forma, as classes das cartas anteriores são combinadas, gerando as classes de energia do relevo (Quadro 4).

Para a combinação e posterior definição das classes de energia, foram consideradas as características físicas do relevo da área de estudo^{29,30}. Desta forma, as classes foram definidas pelos seguintes termos:

Muito fraca -> Abrange os terrenos com a menor classe de declividade, de dissecação vertical e horizontal;

Fraca -> Destaca os terrenos com pouco declive ou de dissecação horizontal ou vertical ainda baixa;

Média -> Demarca os terrenos com declividades ainda apropriadas para a mecanização agrícola e por características intermediárias de dissecação horizontal e vertical;

Medianamente forte -> Representa terrenos onde a declividade representa uma barreira ao estabelecimento da mecanização agrícola, indicando ainda áreas de potencial avanço de processos morfogenéticos, indicadas pela intensificação das classes de dissecação vertical ou horizontal;

Forte -> Indicam terrenos onde a declividade é bem elevada, com dissecação horizontal elevada e dissecação vertical em sua classe mais alta;

Muito Forte -> Declividades mais intensas, igual ou acima de $\geq 45\%$, com quase toda a sua totalidade de ocorrência nos setores do front cuestasiforme. Ainda, a dissecação horizontal mais elevada indica uma maior

probabilidade de desenvolvimento de processos erosivos, em setores próximos à confluência de canais.

Ainda, para a classe muito forte de energia do relevo, não foram considerados os dados da dissecação vertical, uma vez que ocorre uma alta dissecação vertical em áreas de topos suaves e planos^{31,32}.

Resultados e Discussão

As cartas morfométricas evidenciam os setores onde as características naturais do terreno indicam propensão ao surgimento e intensificação de processos denudativos, incluindo a erosão linear.

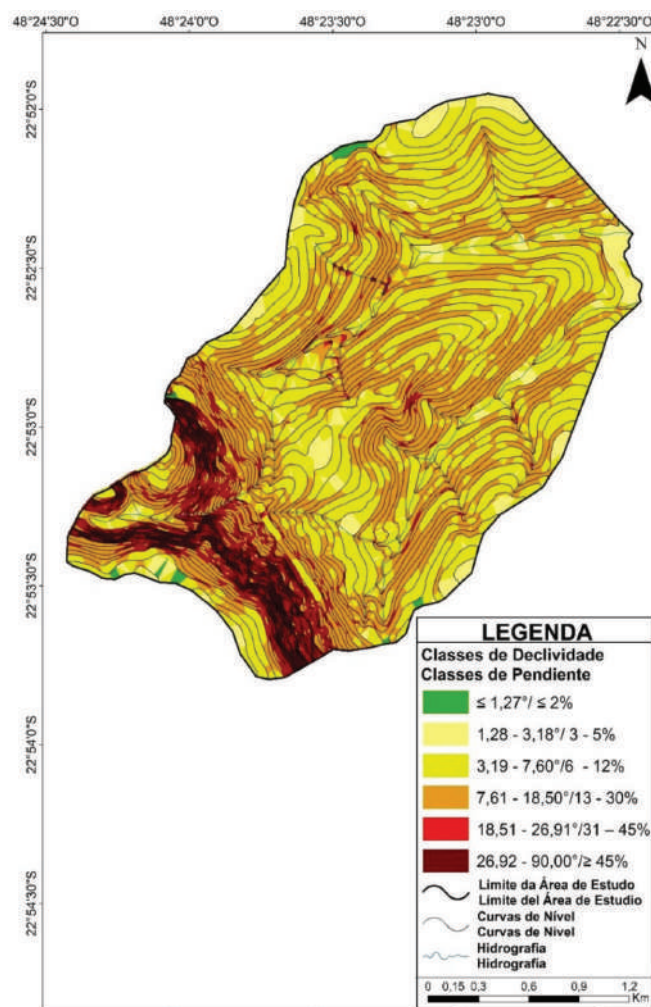
De início, a carta de declividade (Figura 2), destaca os maiores declives encontrados no setor cuestasiforme e

Quadro 4. Combinação das classes para o estabelecimento da energia do relevo

Classes de energia do relevo	Declividade (%)	Combinação	Dissecação Horizontal (m)	Combinação	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte	$\geq 45\%$	Ou	≤ 10 m	-	-
Forte	31 – 45%	Ou	11 – 20m	Ou	≥ 50 m
Medianamente Forte	13 – 30%	Ou	21 – 40m	Ou	40 – 50m
Média	6 – 12%	Ou	41 – 80m 81 – 160m	- E	30 – 40m 20 – 30m
Fraca	3 – 5%	Ou	161 – 320m	Ou	10 – 20m
Muito Fraca	$\leq 2\%$	Ou	≥ 321 m	Ou	≤ 10 m

Fonte: Elaboração Autores.

Figura 2. Carta de declividade da área de estudo



Fonte: Elaboração Autores.

²⁹ Mendes, 1993.

³⁰ Zanatta, 2018.

³¹ Cunha, 2001.

³² Zanatta, 2018.

nas áreas com a presença de morros testemunhos. Nessas localidades, ocorrem a predominância das classes de 31 - 45% e com mais de 45% de declividade.

De forma geral, considerando a totalidade dos terrenos da bacia, pode-se notar o domínio das classes intermediárias de declive, com destaque para as áreas da Depressão Periférica e do reverso do

relevo cuestiforme, que apresentam declividade entre 6 -12% e de 13 - 30%, com poucas exceções para áreas de fundos de vale e de vertentes, apresentando classes de maior intensidade.

Conforme evidenciam alguns trabalhos^{33,34}, os setores com declividade de até 12% se caracterizam como passíveis para o emprego da mecanização agrícola no cenário tecnológico dominante no Brasil. No entanto, em trabalhos de campo (Figura 3) na área de estudo, foi identificado uso agrícola em setores com mais de 12% de declividade, incluindo as classes 13-30%, 31-45% e maior de 45%.

Para a classe 13 - 30%, em um trabalho em área similar³⁵, em área de contato entre o relevo cuestiforme

e a Depressão Periférica, uma intensificação drástica da ocorrência de processos erosivos, reforçando a baixa aptidão agrícola destes setores, considerando ainda a dificuldade de locomoção de maquinários nestas localidades.

Já as localidades que apresentam declividade nas classes de 31 -45% e maior que 45%, são caracterizadas como áreas restritas ao emprego da agricultura, uma vez que a declividade se torna muito acentuada, com o solo geralmente muito raso^{36,37}. Ainda, segundo a Lei Federal nº 12.651, considera-se área de preservação permanente as áreas que contemplem encostas com declividade superior a 45° (100%) e as bordas de tabuleiros. Estas restrições contemplam as áreas do relevo cuestiforme.

Desta maneira, a análise da carta de declividade, em conjunto com os levantamentos de campo, aponta para a necessidade de ajustar o uso da terra a declividade identificada em cada setor, reforçando a necessidade da análise destes setores a partir dos princípios da paisagem,

Figura 3. Depressão Periférica em primeiro plano, destacando o cultivo de silvicultura contornando uma feição erosiva



Fonte: Autores.

³³ De Biasi, 1992.

³⁴ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

³⁵ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

³⁶ Mathias, 2016.

³⁷ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

Figura 4. Em segundo plano, cicatriz de deslizamento em área de pastagem no *front* cuestiforme



Fonte: Autores.

considerando a interação dos aspectos da natureza e a ação do homem. Quando se ignora a declividade para a definição dos padrões de uso da terra, desequilíbrios naturais são potencializados, gerando e intensificando os processos erosivos. Na área de estudo, no *front* cuestiforme, constatou-se a ausência em muitos setores da mata nativa, apresentando o uso para a pastagem, gerando feições denudativas, como pode ser observado na figura 4.

A partir da análise da carta de dissecação vertical (Figura 5), constata-se que esta característica morfométrica apresenta grande influência no setor cuestiforme. Considerando o grande desnível altimétrico presente entre os cursos hídricos e a *cuesta*, proporcionado pelo entalhamento dos canais, estas localidades, incluindo os morros testemunhos, se apresentam majoritariamente com a classe mais intensa de dissecação vertical (>50m), ressaltando a grande variação altimétrica destes terrenos (Figura 6).

Ainda, destacam-se as classes mais elevadas de dissecação vertical também nos divisores de águas presentes no setor da Depressão Periférica. Nos demais, por apresentar um bom número de nascentes, as menores sub-bacias presentes no setor da Depressão Periférica apresentam baixa ou moderada dissecação vertical.

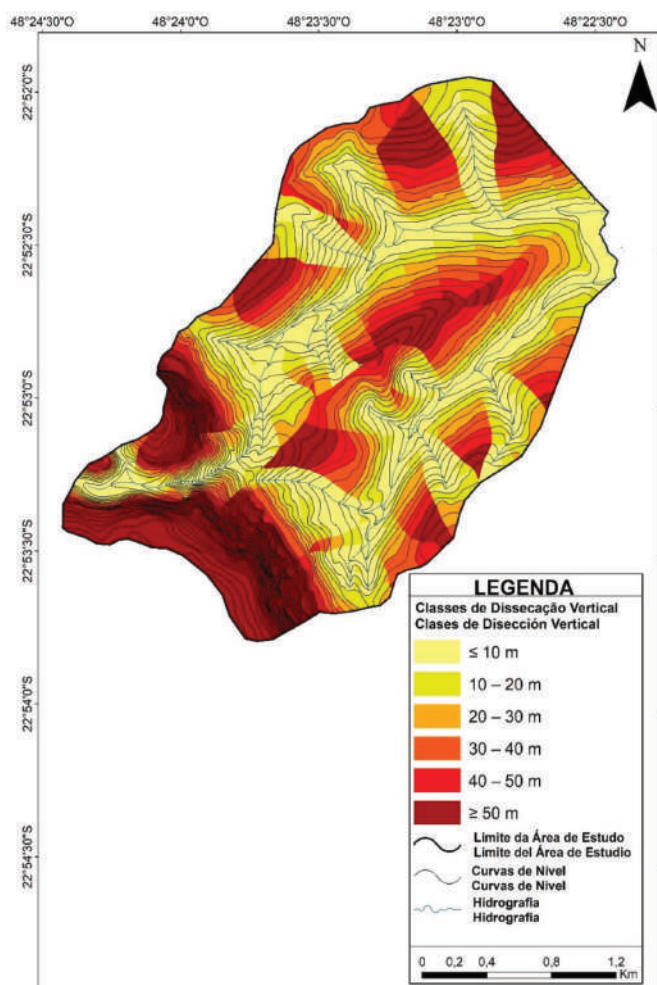
Pela análise da carta de dissecação horizontal (Figura 7), destacam-se os setores de confluência dos cursos fluviais, principalmente nas áreas da Depressão Periférica. Desta forma, a região do relevo cuestiforme se apresenta como um importante divisor de bacias, com poucas confluências e, portanto, o domínio das classes mais baixas de dissecação horizontal.

Alem do setor cuestiforme com baixa dissecação horizontal, as áreas mais elevadas e de topo na Depressão Periférica também apresentam baixa dissecação horizontal. Com isso, o destaque permanece para o setor central da Depressão Periférica (Figura 7), concentrando o maior número de nascentes e de confluências de cursos fluviais, indicando ser o setor com maior potencial de atuação da dinâmica erosiva fluvial. A Figura 8 ilustra a presença de cursos fluviais no setor da Depressão Periférica da bacia.

A carta de energia do relevo (Figura 9) aponta as áreas com maior probabilidade de ocorrência de processos erosivos, que merecem maior atenção³⁸. Na área de estudo, alguns setores de topo na Depressão Periférica

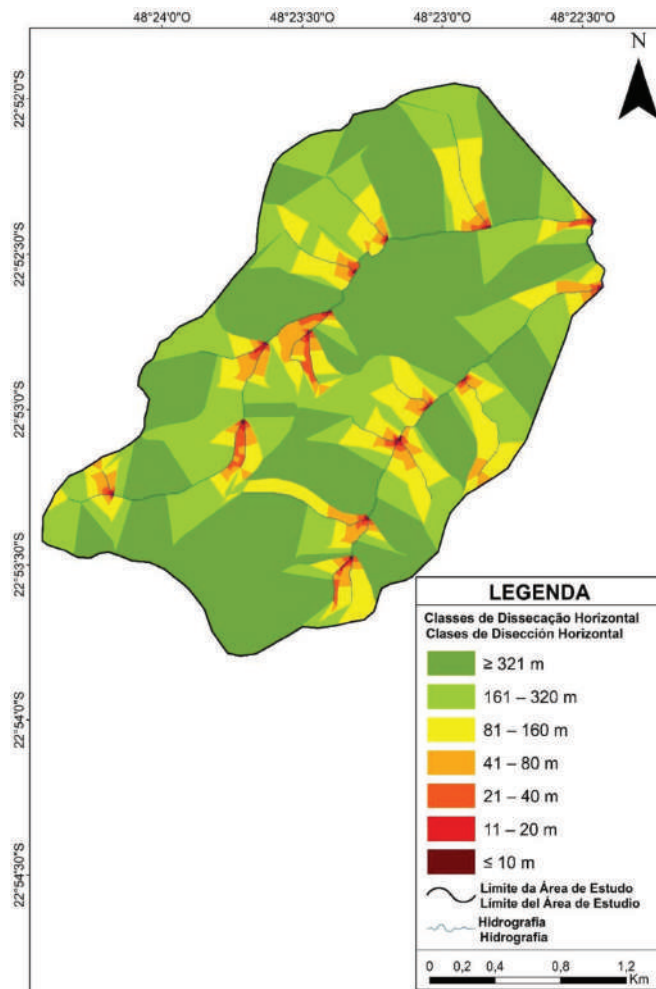
³⁸ Mendes, 1993.

Figura 5. Carta de dissecação vertical da área de estudo



Fonte: Elaboração Autores.

Figura 7. Carta de dissecação horizontal da área de estudo



Fonte: Elaboração Autores.

Figura 6. Setor com maior dissecação vertical da bacia, abrangendo parte do relevo cuestiforme e dos morros testemunhos



Fonte: Autores.

e o relevo cuestiforme em quase toda a sua totalidade, incluindo os morros testemunhos, enquadram-se nas classes forte e muito forte de energia do relevo.

Os setores de média e de baixa vertente na Depressão Periférica frequentemente apresentam as classes medianamente forte e média, com setores próximos aos cursos hídricos dominados pelas classes mais fracas de energia do relevo.

Embora alguns trabalhos destaquem os setores com as classes mais intensas de energia como suscetíveis à denudação, evidencia-se que tais localidades mais elevadas funcionam também como setores de acúmulo e de posterior dissipação de energia, com o processo ocorrendo a partir do topo para as áreas mais baixas das vertentes, em uma relação de vizinhança bastante complexa em setores de relevo cuestiforme³⁹.

³⁹ Mendes, 1993.

Figura 8. Curso fluvial e topografia típica da Depressão Periférica em primeiro plano; em segundo plano, o relevo de *cuesta*



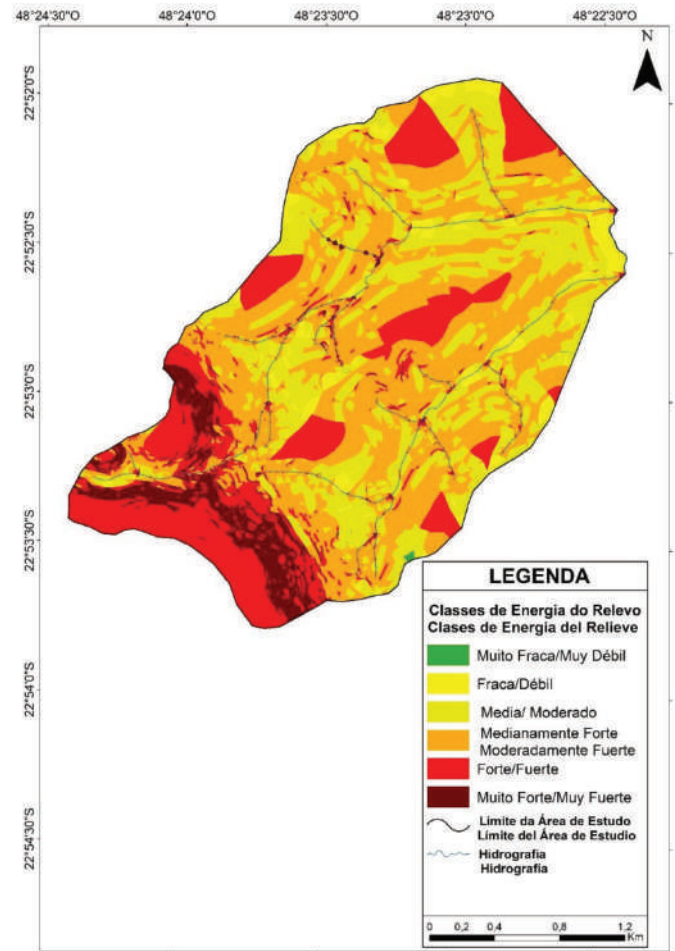
Fonte: Autores.

Alguns trabalhos demonstram que a maior quantidade de processos erosivos ocorre em setores de média e de baixa vertente, potencializado por fatores como o uso agrícola, gerando ausência de vegetação nativa, alterando o equilíbrio natural da vertente, além da presença de material pedológico mais profundo que é suscetível ao aprofundamento dos processos erosivos^{40,41}. Nas áreas mais altas, com elevada energia do relevo, o solo se apresenta muito raso, tornando a presença de feições erosivas menos frequente. Estas características foram constatadas em campo, onde se notou grandes sistemas erosivos em áreas de média e de baixa vertente, em setor da Depressão Periférica (Figura 10). Portanto, a análise da energia do relevo, assim como de outros parâmetros morfométricos, deve se fundamentar também nas relações de vizinhança, princípio geográfico já amplamente contemplado na análise da paisagem. Além disso, esses aspectos naturais do relevo interagem com padrões de uso da terra, gerando assim a necessidade desse tipo de mapeamento ser avaliado a partir da interação homem-natureza, princípio também presente nos estudos que se fundamentam na análise da paisagem.

Conclusões

As cartas morfométricas fornecem dados que permitem visualizar a característica geométrica do relevo

Figura 9. Carta de energia do relevo da área de estudo



Fonte: Elaboração Autores.

de cada setor, aferindo o potencial natural a ocorrência de processos denudativos. Como destacado, principalmente pelas cartas de declividade e de energia do relevo, a bacia possui setores com elevado potencial ao desenvolvimento de processos erosivos e, portanto, de alteração da paisagem, podendo ainda sofrer maior dinamismo de tais processos em função da ação antrópica. Assim, considera-se que paisagens, como a estudada (Figuras 8 e 6), marcadas por grandes degraus topográficos, que criam limitações ao uso da terra, assim como energia ao escoamento de superfície e fluvial, caracterizando uma dinâmica natural diferenciada, necessitam de dados sobre a morfometria do relevo, os quais permitem identificar os setores naturalmente propensos a maior dinâmica geomorfológica.

Com isso, a cartografia morfométrica, analisada a partir da categoria de análise da paisagem, contribui para o planejamento ambiental, podendo fornecer

⁴⁰ Mathias, 2016.

⁴¹ Stefanuto e Lupinacci, 2019.

Figura 10. Recorte da Depressão Periférica com a presença de feições erosivas expressivas localizadas em média e baixa vertente, em primeiro e segundo plano



Fonte: Autores.

informação para que o uso da terra seja realizado considerando as limitações impostas pelas características naturais do relevo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste trabalho.

Referencias

- Araujo Junior, A. A., Campos, S., Barros, Z. X. & Cardoso, L. G. 2002: "Diagnostico físico conservacionista de 10 micro-bacias no Rio Capivara – Botucatu (SP), visando o uso racional do solo". *Irriga*, 7, 106-122. <https://doi.org/10.15809/irriga.2002v7n2p106-122>.
- Bak, P. 1997: *How Nature Works: The Science of Self-organized Criticality*. Gottingen (Alemanha), Copernicus Books.
- BRASIL. 2012: *Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Consulta realizada no dia 20/02/2022.
- Campos, S., Araújo Júnior, A. A., Barros, Z. X., Cardoso, L. G & Piroli, E. 2004: "Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu – SP". *Engenharia Agrícola*, 24, 431-435. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000200023>.
- Cunha, C. M. L. 2001: *A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental*. 2001. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (Brasil).
- DATAGEO. 2022: *Cartas topográficas 1:10.000*. <<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO>>. Consulta realizada no dia 20/02/2022.
- De Biasi, M. 1970: "Cartas de declividade: confecção e utilização". *Geomorfologia*, 2.
- De Biasi, M. 1992: "A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção". *Revista do Departamento de Geografia*, 6, 45-60. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0004>.

- Gomes, W. M., Miguel, A. E. S & Pinto, A. L.** 2016: "Análise da dissecação horizontal e vertical da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS". *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 12, 112-123. <https://doi.org/10.17271/1980082712320161415>.
- Machado, A. C. P & Cunha, C. M. L.** 2012: "A importância do mapeamento geomorfológico na identificação de áreas suscetíveis a denudação – um estudo do setor sudoeste da alta bacia do rio Itanhaém/SP". *Simposio Nacional de Geomorfologia*, 9, 1-4.
- Mathias, D. T.** 2016: *Contribuição Metodológica para o Diagnóstico da Dinâmica Erosiva Linear e seu Prognóstico Evolutivo visando subsidiar Projetos de Recuperação*. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, (Brasil).
- Mauro, C. A.** 1991: *Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis – SP*. In: Encontro de geógrafos de América, 3, 1991, Toluca. Anais [...]. Toluca: UAEM, 391-419.
- Maximiano, L. A.** 2004: "Considerações sobre o conceito de paisagem". *Raé ga*, 8, 83-91. <https://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>.
- Mendes, I. A.** 1993: *A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, (Brasil).
- Ross, J. I. S.** 1995: "Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental". *Revista do Departamento de Geografia*, 9, 65-75. <https://doi.org/10.7154/RDG.1995.0009.0006>.
- Pisari, R. J., Demarchi, J. & Riedel, P. S.** 2016: "Simulação de cenário prospectivo de mudanças no uso e cobertura da terra na sub-bacia do Rio Capivara, Botucatu – SP, por meio de modelagem espacial dinâmica". *Revista Cerrados*, 14, 03-29. <https://doi.org/10.22238/rc24482692v14n22016p03a29>.
- Ribeiro, F. & Campos, S.** 2007: "Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11, 628-636. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000600012>.
- Spiridonov, A. I.** 1981: *Princípios de la Metodología de las investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico*. Havana (Cuba), Universidad Habana.
- Stefanuto, E. B. & Lupinacci, C. M.** 2019: "Avaliação das características ambientais de ocorrências das feições erosivas lineares nos limites depressão-cuesta – Analândia (SP)". *Caminhos de Geografia*, 20, 367-384. <https://doi.org/10.14393/RCG207043159>.
- Vitte, A. C.** 2007: "O desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física". *Mercator*, 11, 71-78. <https://doi.org/10.4215/RM0000.0000.0000>.
- Zacharias, A. P., Freitas, M. I. C & Sanchez, M. C.** 2005: "O uso da cartografia digital na elaboração de cartas morfométricas do relevo: Uma proposta metodológica". *Geografia*, 30, 37-57.
- Zanata, F. A. S.** 2018: *Limitação física em área rural degradada: busca metodológica para definir o uso adequado das terras*. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (Brasil).
- Zanata, F. A. S. & Ferreira, M. V.** 2015: *Roteiro dos procedimentos para elaboração da carta de Energia do Relevo - Software Arc-Gis 10.2*. Rio Claro: Laboratório de geomorfologia – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (Brasil).

Del estudio del paisaje a la educación en paisaje: investigación y formación del profesorado de educación primaria (6-12 años)*

From the study of landscape to landscape education: research and teacher training for primary education (6-12 years)

Francisco Rodríguez Lestegás

Universidad de Santiago de Compostela

Santiago de Compostela, España

f.lestegas@usc.es

 ORCID: 0000-0002-1733-3085

Tania Riveiro Rodríguez

Universidad de Santiago de Compostela

Santiago de Compostela, España

tania.riveiro@usc.es

 ORCID: 0000-0002-6812-0493

Francisco Xosé Armas Quintá

Universidad de Santiago de Compostela

Santiago de Compostela, España

francisco.armas@usc.es


 ORCID: 0000-0002-8644-8185

Xosé Carlos Macía Arce

Universidad de Santiago de Compostela

Santiago de Compostela, España

carlos.macia@usc.es

 ORCID: 0000-0001-8597-4557

Información del artículo

Recibido: 6 junio 2022

Revisado: 19 julio 2022

Aceptado: 4 agosto 2022

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.23.7200

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

El paisaje es un objeto de estudio habitual en todos los sistemas educativos, pero es preciso diferenciar entre estudiar el paisaje y educar en paisaje. De hecho, la idea de educación en paisaje es relativamente reciente y responde a la reformulación actual del concepto de paisaje que aparece en el Convenio Europeo del Paisaje. El artículo resume los pilares básicos en los que se apoya la educación en paisaje y presenta una investigación sobre la materia Paisaje y Sostenibilidad, así como una experiencia en formación de maestros de educación primaria para educar en paisaje. Ambos casos ponen de manifiesto el interés educativo que ofrece la dimensión patrimonial del paisaje, su valor identitario y su consideración como producto social. También se concluye la necesidad de educar en paisaje utilizando estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos innovadores, en especial el trabajo de campo y las nuevas tecnologías.

PALABRAS CLAVE: Paisaje, Educación, Investigación, Formación.

ABSTRACT

Landscape is a common object of study in all educational systems, but it is necessary to differentiate between studying landscape and educating in landscape. In fact, the latter is a relatively recent concept that is linked to the current reformulation of the notion of landscape according to the guidelines contained in the European Landscape Convention. The article summarizes the basic pillars on which landscape education is based and presents research results on the subject Landscape and Sustainability, as well as an experience in training of primary school teachers to educate in landscape. Both cases show the educational interest offered by the heritage dimension of landscape, its identity value, and its consideration as a social product. The need to educate in landscape using innovative methodological strategies, materials, and teaching resources –namely fieldwork and new technologies– is also highlighted.

KEYWORDS: Landscape, Education, Research, Training.

*Este trabajo forma parte del Dossier – A Geografia da Paisagem.

Do estudo da paisagem à educação em paisagem: pesquisa e formação de professores para o ensino básico (6-12 anos)

SUMÁRIO

A paisagem é um objeto de estudo comum em todos os sistemas educacionais, mas é preciso diferenciar entre estudar a paisagem e educar em paisagem. De facto, a ideia de educação em paisagem é relativamente recente e responde à atual reformulação do conceito de paisagem que consta na Convenção Europeia da Paisagem. O artigo sintetiza os pilares básicos em que se baseia a educação em paisagem e apresenta uma investigação sobre a matéria Paisagem e Sustentabilidade e uma experiência na formação de professores primários para educar em paisagem. Ambos os casos mostram o interesse educativo da dimensão patrimonial da paisagem, o seu valor identitário e a sua consideração como produto social. Conclui-se também a necessidade de educar em paisagem utilizando estratégias metodológicas, materiais e recursos didáticos inovadores, nomeadamente o trabalho de campo e as novas tecnologias.

PALABRAS CHAVE: Paisagem, Educação, Pesquisa, Formação.

Dallo studio del paesaggio all'educazione nel paesaggio: ricerca e formazione degli insegnanti di scuola elementare (6-12 anni)

SOMMARIO

Il paesaggio è oggetto di studio comune a tutti i sistemi educativi, ma è necessario differenziare tra studiare il paesaggio ed educare nel paesaggio. L'idea di educazione nel paesaggio, infatti, è relativamente recente e risponde all'attuale riformulazione del concetto di paesaggio che compare nella Convenzione Europea del Paesaggio. L'articolo riassume i fondamenti dell'educazione nel

paesaggio e presenta una ricerca sul tema Paesaggio e Sostenibilità e un'esperienza di formazione degli insegnanti di scuola elementare per educare nel paesaggio. Entrambi i casi mostrano l'interesse educativo della dimensione patrimoniale del paesaggio, il suo valore identitario e la sua considerazione come prodotto sociale. Si conclude pure la necessità di educare nel paesaggio mediante strategie metodologiche, materiali e risorse didattiche innovative, in particolare il lavoro sul campo e le nuove tecnologie.

PAROLE CHIAVE: Paesaggio, Istruzione, Ricerca, Formazione.

De l'étude du paysage à l'éducation au paysage: recherche et formation des enseignants de l'école primaire (6-12 ans)

RÉSUMÉ

Le paysage est un objet d'étude courant dans tous les systèmes éducatifs, mais il faut distinguer entre étudier le paysage et éduquer au paysage. En fait, l'idée de l'éducation au paysage est relativement récente et répond à la reformulation actuelle du concept de paysage qui apparaît dans la Convention européenne du paysage. L'article résume les piliers fondamentaux sur lesquels repose l'éducation au paysage et présente un travail de recherche sur le sujet Paysage et Durabilité, ainsi qu'une expérience de formation d'enseignants de l'école primaire destinée à éduquer au paysage. Tous les deux cas montrent l'intérêt pédagogique de la dimension patrimoniale du paysage, sa valeur identitaire et sa considération en tant que produit social. Cet article établit aussi le besoin d'éduquer au paysage en utilisant des stratégies méthodologiques, des matériaux et des ressources pédagogiques innovants, et tout particulièrement du travail sur le terrain et les nouvelles technologies.

MOTS CLÉS: Paysage, Éducation, Recherche, Formation.

Introducción

El concepto de paisaje es objeto de una tensión constante, por la confluencia sobre él de intereses de todo tipo que se mueven entre la economía y la política, debido a su papel clave tanto en la ordenación del territorio como en las políticas patrimoniales y ambientales¹. Es lógico, pues, que diferentes disciplinas lo reclamen para su ámbito de estudio, otorgándole, en consecuencia, un carácter interdisciplinar, aunque esto suponga restarle capacidad para referirse a algo concreto². En este trabajo partiremos de un enfoque predominantemente geográfico del paisaje, pero ampliándolo a su concepción como una construcción social, donde se tiene en cuenta la huella del ser humano sobre la naturaleza, el carácter que le imprime y el valor patrimonial que le otorga³.

Desde esta perspectiva, el paisaje solo se abre a los ojos de quien sabe interpretarlo⁴. La contemplación e interpretación del paisaje representa un completo ejercicio intelectual que exige rigor, inteligencia, sensibilidad e interacción, de manera que captar la esencia de un paisaje y comprender su funcionamiento requiere un amplio proceso de acciones que solo puede ser llevado a cabo por un observador cualificado. Además, teniendo en cuenta que un paisaje existe en cuanto que es percibido por un observador, los paisajes no son intercambiables, sino que son individuos geográficos intransferibles⁵.

Por otro lado, el paisaje debe entenderse como un espacio experiencial en el que el ser humano no solo vive y se desenvuelve, sino que, debido precisamente a su capacidad para transformarlo, tiene la obligación de velar por él, armonizando su explotación y preservación⁶. Pero el paisaje no es solo una vivencia, sino que es también una forma de ver e imaginar el mundo, lo que genera sentimientos y valoraciones estéticas y éticas⁷.

Por lo que se refiere al ámbito escolar, la inclusión del paisaje en el currículo permite potenciar la interdisciplinariedad y ofrecer a los estudiantes una perspectiva integrada del conocimiento del medio, convertir al alumno en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje,

fomentar el trabajo en equipo del profesorado, utilizar eficazmente procedimientos y recursos de observación directa e indirecta, y fomentar actitudes sociales y comportamientos cívicos adecuados⁸.

Este planteamiento requiere superar la percepción inmediata, pero reduccionista, del paisaje como un conglomerado de elementos bióticos, abióticos y antrópicos. No obstante, en los currículos escolares se han primado los aspectos físicos y la dimensión natural del paisaje, descuidando los problemas medioambientales derivados de la acción del ser humano e ignorando la consideración ética del paisaje como un bien de interés y bienestar⁹. Además, los contenidos relacionados con el paisaje están muy vinculados al modelo transmisivo y no favorecen una práctica educativa que estimule la reflexión y la crítica¹⁰. En definitiva, hasta ahora, la escuela ha promovido con más o menos acierto el estudio del paisaje, pero en pocas ocasiones ha avanzado hacia una educación en paisaje.

Metodología

En primer lugar, se ha realizado una amplia revisión bibliográfica que nos permita conocer la evolución del concepto de paisaje desde una perspectiva geográfica y, en particular, su valor educativo y formativo. Para ello, se ha acudido a autores de especial relevancia, tanto en lo que se refiere al estudio del paisaje (Eduardo Martínez de Pisón, Rafael Mata)¹¹ como a la educación en paisaje (Jaume Busquets, Ángel Licerás)¹².

El trabajo incluye una investigación que analiza lo que sucede cuando profesores de educación secundaria en activo se enfrentan a la docencia de una nueva materia denominada Paisaje y Sostenibilidad (PyS). Se trata de una asignatura optativa de libre configuración autonómica que fue implantada en Galicia (España) en el curso 2015-16. Está dirigida al alumnado de 1º o 2º curso de la Educación Secundaria Obligatoria (12-14 años) y cuenta con una hora de clase semanal.

En el estudio, se ha empleado una metodología cualitativa, centrada básicamente en procedimientos de carácter etnográfico. En concreto, el proceso de enseñanza y aprendizaje fue evaluado a través de la observación

¹ Azcárate; Fernández, 2017. Trinca, 2006.

² Licerás, 2003.

³ Mata, 2006, 2008.

⁴ Licerás, 2013.

⁵ Martínez, 2010.

⁶ Gómez, 1993.

⁷ Licerás, 2013.

⁸ Gómez, 1993.

⁹ Licerás, 2013, 2016.

¹⁰ Macía; Rodríguez; Armas, 2019.

¹¹ Martínez, 1998, 2010. Mata, 2006, 2008.

¹² Busquets, 1996, 2010. Licerás, 2003, 2013, 2016.

sistemática de tres colegios gallegos elegidos de forma intencional, en los que se impartía esta materia en el curso 2017-18 en 1º o 2º de ESO. Por su parte, las concepciones del profesorado se valoraron mediante tres entrevistas personales a otros tantos docentes implicados y un cuestionario cerrado derivado de ellas. Además, otros 35 docentes que impartían la materia en diversos centros de Galicia participaron en la investigación a través de un cuestionario anónimo. Finalmente, las reflexiones de los estudiantes se recogieron a través de un cuestionario semicerrado aplicado a los 70 estudiantes matriculados en la materia. Los resultados se presentan de modo descriptivo-interpretativo¹³.

Por último, se ofrece una experiencia en formación de maestros de educación primaria para educar en paisaje. Durante el curso 2021-22, el alumnado de 4º curso del Grado en Maestro/a de Educación Primaria, que estudia la materia Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza y de las Ciencias Sociales en la Educación Primaria, en la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Santiago de Compostela, presentó un trabajo por grupos consistente en la realización de un estudio de un paisaje natural, rural o urbano que les resultase familiar, junto con la correspondiente propuesta de educación en paisaje dirigida a los escolares de un colegio de educación primaria próximo al entorno estudiado.

Los estudiantes contaban con indicaciones precisas acerca del proceso de seguimiento de la tarea por parte de los docentes de la materia, los apartados y características formales del trabajo solicitado, y los criterios de evaluación. El alumnado disponía también de una Guía para el estudio de paisajes y otra Guía de educación en paisaje, documentos ambos que habían sido previamente objeto de presentación y discusión en el aula.

Estudiar el paisaje

Desde hace tiempo, el interés por el paisaje ha suscitado la atención preferente de la comunidad científica en muy diversos campos de conocimiento, de manera especial la geografía y las ciencias de la naturaleza¹⁴. En particular, suele apreciarse que la geografía tiene fuertemente enraizada la idea de paisaje y la de respeto al mismo, lo que la convierte, a juicio de Martínez de

Pisón¹⁵, en la perspectiva por excelencia para acercarse al estudio del paisaje. Lamentablemente, esto puede llevar a una cierta confusión con otros términos propios también del lenguaje geográfico, especialmente el de territorio, referido a una unidad espacial transformada por el ser humano¹⁶. Ahora bien, mientras que el territorio es un espacio terrestre estructurado y localizado, un paisaje es un territorio formalizado, percibido e interpretado, de manera que no puede entenderse sin su historia social y su componente humana¹⁷.

Es cierto, no obstante, que el carácter polisémico del término paisaje ha dificultado su conceptualización de una forma unívoca, generando un concepto confuso bastante alejado de una definición sintética y consensuada¹⁸. Algo parecido ha ocurrido con las diversas formas de clasificación de los paisajes, tantas como los distintos enfoques para su análisis: por dominancia de elementos (abióticos, bióticos o antrópicos), por su funcionalidad (naturales, rurales o urbanos), etc¹⁹. Por eso, la noción de paisaje ha ido evolucionando en paralelo al progreso científico y al desarrollo de las diferentes corrientes de pensamiento propias de las disciplinas que han prestado una mayor atención a su estudio²⁰.

De ahí el interés clarificador del Convenio Europeo del Paisaje²¹, promovido por el Consejo de Europa y firmado en Florencia en el año 2000. En este documento se señala que el término paisaje designa “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”. Como vemos, se trata de una definición de carácter transversal y vocación integradora, según la cual los paisajes son dinámicos y evolucionan a lo largo del tiempo, son diferentes en cada región y forman parte de nuestro patrimonio, por lo que deben ser debidamente valorados y protegidos.

De hecho, la idea de impulsar la firma de este documento surgió como consecuencia de la preocupación por la degradación del medio ambiente y la necesidad de conservar el patrimonio natural y cultural en Europa. En este sentido, el convenio promueve la protección, gestión y ordenación de los paisajes y organiza la cooperación internacional en la materia, animando a las distintas administraciones públicas a adoptar las correspondientes políticas activas a diferentes escalas.

¹⁶ Urquijo; Barrera, 20v09.

¹⁷ Martínez, 2010.

¹⁸ Licerias, 2013.

¹⁹ Bolós, 1992.

²⁰ Busquets, 2010. Gómez, 1993

²¹ Consejo de Europa, 2000.

¹³ Riveiro, 2021.

¹⁴ Busquets, 2010. Gómez, 1993. Licerias, 2013.

¹⁵ Martínez, 2010.

Así mismo, el acuerdo adoptado en Florencia, al admitir explícitamente el carácter perceptivo y social del paisaje, es decir, el papel de tamiz que ejercen nuestros valores y circunstancias personales en la comprensión del paisaje y la acción humana en el mismo, sienta las bases para el reconocimiento de su dimensión ciudadana, más allá de su estricto interés científico y formativo²². De este modo, el paisaje puede retratarse como una realidad compleja en la que se mezclan una entidad territorial y una construcción social, pero también un espacio subjetivo y simbólico, fruto de las apreciaciones del observador a través de sus filtros sensoriales y culturales²³.

La integración de las dimensiones perceptiva y social en el estudio del paisaje en la escuela debería contribuir a superar el distanciamiento que suele producirse entre paisaje y alumnos. Este alejamiento provoca que el paisaje sea visto como algo ajeno que forma parte de la realidad exterior, una postal para ser contemplada o estudiada, pero no vivida. Ante esta situación, nos enfrentamos al desafío de conseguir que el paisaje sea algo vivido y experimentado por los alumnos, que lo sientan como suyo y que este sentimiento comprometa su actitud como ciudadanos²⁴.

En todo caso, el convenio subraya la necesidad de impulsar la educación sobre el paisaje, a la vez que proporciona un marco de referencia sobre la sensibilización, formación y educación de ciudadanos críticos en relación con el entorno paisajístico y el futuro del planeta²⁵. En efecto, conocer un paisaje significa más que estudiar una porción de territorio, ya que supone comprender también los pueblos y los grupos sociales que lo habitan. Muchos paisajes se emplazan en patrimonios naturales, pero otros albergan evidencias históricas de la vida, el trabajo y las ideas de una sociedad con valores materiales e inmateriales, rasgos que lo identifican con la noción de patrimonio cultural²⁶. Desde esta perspectiva, los paisajes culturales reflejan el espíritu de las culturas, el saber de los pueblos, de las sociedades, sus modos de vida y su sistema de valores²⁷.

El uso del paisaje cultural como recurso didáctico permite reflexionar sobre la enseñanza de dos aspectos esenciales de las ciencias sociales, el espacio y el tiempo. Utilizar el paisaje cultural en las aulas contribuye

a que el alumnado entienda y comprenda la estrecha relación que existe entre el medio y las personas que lo habitan, los condicionamientos que impone la naturaleza y que explican la pluralidad de los paisajes existentes, pero también las acciones humanas sobre el medio natural y los problemas de deterioro ambiental que pueden provocar. Este último aspecto es, precisamente, el que posibilita una educación para la ciudadanía que tiene como uno de sus pilares más consistentes el respeto hacia los seres vivos y el medio ambiente, además de fomentar acciones de protección y conservación del paisaje²⁸.

Educar en paisaje

El paisaje es un objeto de estudio habitual en todos los sistemas educativos y ha desempeñado un papel importante en las actividades desarrolladas por los movimientos de renovación pedagógica, que promovían una atención preferente al entorno y al trabajo de campo²⁹. Dado que el paisaje “muestra de forma concreta las relaciones que se establecen entre los distintos elementos naturales y humanos en un territorio”³⁰, su estudio se convierte en un objeto de conocimiento escolar desde una perspectiva interdisciplinar, un instrumento para el desarrollo de procedimientos de análisis e interpretación, y un factor proactivo para la adopción de actitudes favorables a su cuidado y protección³¹. Es lógico, pues, que el paisaje ocupe un lugar central en la didáctica de la geografía, al ofrecer numerosas oportunidades para la integración de contenidos propios de la educación geográfica, que van desde el desarrollo del pensamiento espacial y la alfabetización cartográfica hasta el compromiso y la participación de la ciudadanía³².

Es sabido que la preocupación por el estudio del paisaje en la escuela se ha visto históricamente potenciada a finales del siglo XIX, coincidiendo con la aparición del movimiento pedagógico conocido como Escuela Nueva, que trataba de romper con el modelo escolar tradicional y convertir al estudiante en protagonista de la educación. Al sostener que los aprendizajes han de partir de las propias experiencias del sujeto que aprende, el entorno inmediato a la escuela cobra un extraordinario valor didáctico.

²² Busquets, 2010.

²³ Licerias, 2013.

²⁴ Busquets, 2010.

²⁵ Feliu; Hernández, 2015. García, 2019.

²⁶ Licerias, 2013.

²⁷ Hernández, 2010.

²⁸ Hernández, 2010.

²⁹ Busquets, 2010. Feliu; Hernández, 2015. Gómez, 1993.

³⁰ Busquets, 1996, 54.

³¹ Busquets, 1996.

³² García, 2019.

Por lo que se refiere en concreto a España, todas las referencias al interés educativo del paisaje arrancan de la Institución Libre de Enseñanza, que desarrolló sus actividades entre 1876 y 1939. Uno de los más destacados impulsores de este proyecto pedagógico fue Francisco Giner de los Ríos, distinguido seguidor del movimiento filosófico krausista. Desde este sistema de pensamiento, los principios educativos de la Institución Libre de Enseñanza se concretan en la enseñanza enciclopédica, la educación integral (intelectual, estética y moral), la enseñanza activa, el método intuitivo, las lecciones de cosas y, de manera singular, el excursionismo escolar. Son estos los procedimientos que permitirán a los niños acercarse directamente a la naturaleza que los rodea y al mundo real, desarrollando las capacidades de observación, investigación, iniciativa personal y sociabilidad³³.

Dicho esto, conviene dejar claro que una cosa es estudiar el paisaje y otra muy distinta es educar en paisaje. En este sentido, “el concepto de educación en paisaje es relativamente reciente y responde a la reformulación actual del concepto de paisaje”³⁴. Pues bien, teniendo en cuenta lo que se enuncia expresamente en el ya mencionado Convenio Europeo del Paisaje, junto a las experiencias educativas que se han puesto en práctica siguiendo sus indicaciones en los países más sensibilizados hacia el paisaje, Busquets define la educación en paisaje como “la transmisión significativa de conocimientos y la generación de actitudes positivas hacia el paisaje y sus valores”³⁵. No estamos hablando solo de enseñar el paisaje en la escuela, sino que la educación en paisaje comprende las iniciativas promovidas en el ámbito educativo tanto formal como no formal y que van dirigidas tanto a escolares como al conjunto de la población³⁶.

Por supuesto, educar en paisaje no supone prescindir de las diversas aproximaciones disciplinares al conocimiento del paisaje, sino incorporar a esas aportaciones las ya señaladas dimensiones perceptiva y social. La primera se refiere al carácter personal de nuestras apreciaciones del paisaje y a los vínculos emocionales que establecemos en nuestra relación con los paisajes. Por su parte, la dimensión social es el producto de las interacciones entre los factores naturales y humanos y, por lo tanto, una consecuencia del protagonismo de la acción antrópica sobre el paisaje, que unas veces ha dado como resultado paisajes que suscitan admiración, pero otras los ha banalizado y degradado³⁷.

Algunas consideraciones para una educación en paisaje

En la actualidad, las referencias al paisaje están muy presentes en los currículos escolares de la educación obligatoria, tal como se puede apreciar cuando revisamos los objetivos, competencias, criterios de evaluación y saberes básicos que aparecen en la normativa vigente³⁸ (Tabla 1).

Tabla 1. Saberes básicos sobre el paisaje en la educación obligatoria

Área/Materia	Ciclo/ Curso	Saberes básicos
Educación Primaria Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural	Primer ciclo	• Conocimiento de nuestro entorno. Paisajes naturales y paisajes humanizados, y sus elementos. La acción humana sobre el medio y sus consecuencias.
	Segundo ciclo	• El clima y el paisaje. Los fenómenos atmosféricos. Toma y registro de datos meteorológicos y su representación gráfica y visual. Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG). Relación entre las zonas climáticas y la diversidad de paisajes. • El cambio climático. Introducción a las causas y consecuencias del cambio climático, y su impacto en los paisajes de la Tierra. Medidas de mitigación y de adaptación.
	Tercer ciclo	• El clima y el planeta. Introducción a la dinámica atmosférica y a las grandes áreas climáticas del mundo. Los principales ecosistemas y sus paisajes.
Educación Secundaria Obligatoria Geografía e Historia	1º/2º cursos	• Interpretación del territorio y del paisaje. La ciudad y el mundo rural a lo largo de la historia: polis, urbes, ciudades, villas y aldeas. La huella humana y la protección del patrimonio ambiental, histórico, artístico y cultural.
	3º/4º cursos	• Interpretación del territorio y del paisaje. Del éxodo rural a la concentración urbana. El reto demográfico en España. El problema de la despoblación rural. Ordenación del territorio y transformación del espacio. La ciudad como espacio de convivencia. Importancia y cuidado del espacio público. La huella humana y la protección del medio natural.

Fuente: Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE del 2 de marzo de 2022) y Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE del 30 de marzo de 2022).

Siguiendo especialmente a Busquets³⁹, la educación en paisaje debe tener en consideración los siguientes postulados:

³⁸ Nos referimos al Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE del 2 de marzo de 2022) y al Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE del 30 de marzo de 2022).

³⁹ Busquets, 2010.

³³ Melcón, 1995.

³⁴ Busquets, 2010, 7.

³⁵ Busquets, 2010, 8.

³⁶ Busquets, 2010.

³⁷ Busquets, 2010.

- 1) Frente a la práctica habitual de priorizar el estudio de paisajes excepcionales, singulares e incluso exóticos, conviene reivindicar la importancia de los paisajes ordinarios, es decir, los más próximos a los escolares y, por tanto, los escenarios en los que transcurre su vida cotidiana. Cualquier paisaje está dotado de significados y valores, por lo que merece ser objeto de atención o estudio. La reivindicación de los paisajes ordinarios debe orientarse a suscitar en los escolares la curiosidad por descubrir los matices de la realidad próxima y establecer relaciones entre los elementos naturales y humanos.
- 2) Es necesario interpretar el paisaje como un producto social, es decir, como una creación colectiva en la que la acción humana ha tenido un destacado protagonismo, lo que refuerza su dimensión histórica y cultural, al tiempo que lo sitúa en un permanente proceso de construcción. Por esta razón, la lectura del paisaje tiene que ser diacrónica, como corresponde a la interacción entre la sociedad y el entorno a lo largo del tiempo⁴⁰.
- 3) Educar en paisaje significa partir de la aceptación de su complejidad, ya que el paisaje es una realidad multidimensional fruto de la intervención de variables muy diversas, de naturaleza ambiental, psicológica, cultural, etc.
- 4) Educar en paisaje requiere relacionar los procesos locales y globales, puesto que los paisajes son la expresión de lo local y lo global simultáneamente. En efecto, cada paisaje forma parte de un sistema ecológico y social que se singulariza en un lugar determinado, pero que depende de factores que tienen su origen fuera de sus límites.
- 5) No podemos olvidar la dimensión patrimonial (natural o cultural) del paisaje, al tratarse de un legado que es preciso conservar porque representa la imagen propia del lugar. Es, además, un constructo humano estrechamente vinculado a nuestras vivencias y percepciones, por lo que es susceptible de múltiples sentimientos y miradas⁴¹.
- 6) Análogamente, también debe tenerse en cuenta el valor identitario del paisaje y, por consiguiente, el sentimiento de pertenencia que puede generar cuando algunos de sus elementos poseen una gran carga simbólica para las gentes que habitan el lugar⁴².
- 7) En el ámbito escolar, la lectura del paisaje necesita tomar en consideración el desarrollo cognitivo de los estudiantes y su nivel de socialización. Es posible abordar la educación en paisaje en cualquier nivel de enseñanza, por su riqueza conceptual y naturaleza interdisciplinar, y porque permite adaptar la metodología didáctica al desarrollo progresivo de las capacidades cognitivas del alumnado⁴³.
- 8) Así mismo, la educación en paisaje exige la utilización de múltiples recursos provenientes del propio entorno, con actividades fuera de la escuela que deben tener continuidad también dentro del aula. En este sentido, los instrumentos utilizados tradicionalmente para percibir los paisajes estaban estrechamente asociados a la observación directa y a la utilización de fotografías, croquis y documentos cartográficos convencionales. Pero ahora no podemos obviar el impacto de las nuevas tecnologías, la cartografía digital, los sistemas de información geográfica (SIG) y, en especial, los SIG Web como recursos para la educación en paisaje. A través de los SIG, el alumnado puede seleccionar y combinar distintas capas de información geográfica, lo que le ayudará a comprender la compleja interacción de los factores físicos y humanos en la conformación de los paisajes, así como a desarrollar un pensamiento crítico y creativo. Además de los SIG y los SIG Web, existen otras aplicaciones y herramientas digitales, como es el caso de las desarrolladas por Google, que están cambiando los métodos y procedimientos para el aprendizaje del paisaje en las aulas⁴⁴.

Una investigación sobre la materia Paisaje y Sostenibilidad

La materia Paisaje y Sostenibilidad (PyS) está abierta a contenidos diversos que se pueden incorporar desde las ciencias sociales y las ciencias de la naturaleza. En línea con lo que defiende el Convenio Europeo del Paisaje, en esta asignatura se propone abordar el paisaje no solo desde un enfoque ambiental (centrado preferentemente en los aspectos físicos), sino también social y crítico (procesos históricos, paisaje como producto social, procesos de antropización, elementos patrimoniales, paisaje como derecho de la ciudadanía).

⁴⁰ Liceras, 2013.

⁴¹ Busquets, 1996. Liceras, 2013. Martínez, 1998.

⁴² Liceras, 2013.

⁴³ Liceras, 2013.

⁴⁴ De Miguel, 2016.

Es interesante resaltar que esta materia no está condicionada por las prescripciones curriculares propias de las asignaturas obligatorias y optativas ordinarias, por lo que la metodología de enseñanza-aprendizaje representa una buena oportunidad para innovar. En este sentido, PyS promueve un espacio para que el profesorado reflexione y reformule su práctica docente, poniendo en marcha dinámicas de trabajo innovadoras en las que el alumnado tenga un papel activo, dentro y fuera del aula.

Las editoriales no han publicado libros de texto para esta materia, aunque sí existen materiales de apoyo editados por el Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia (COAG) dentro del Proxectoterra. Esta circunstancia hace que PyS se preste a la puesta en práctica de proyectos interdisciplinares orientados al desarrollo de competencias clave, lo que permite la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades y actitudes en situaciones muy próximas a la realidad vivida por el alumnado.

Utilizando el procedimiento que se detalla en el apartado de Metodología, los resultados obtenidos fueron, en síntesis, los siguientes⁴⁵:

Observación de las clases

En los tres colegios se trabajaron paisajes y lugares del propio entorno, aunque a distinta escala y nivel de profundidad. En los tres casos se emplearon metodologías activas y participativas, centrando toda o gran parte de la materia en el trabajo del alumnado y en un modelo de aprendizaje guiado. En las tres iniciativas observadas se recoge una visión transdisciplinar del paisaje, lo que en principio garantiza una mejor integración de los contenidos en el aula, aunque a veces sea inevitable conceder un mayor peso a la disciplina de referencia que puede dificultar un enfoque plural sobre el paisaje.

Por otro lado, en las tres experiencias se parte de una débil conexión emocional y cognitiva del alumnado con su entorno, que los docentes trataron de reforzar para que los estudiantes se apropien de sus lugares y paisajes cotidianos. Las tres iniciativas promovieron destrezas cívicas. Atendieron a mejorar la conciencia ambiental, reflexionando críticamente sobre los cambios y las continuidades de espacios degradados y sobre la responsabilidad individual y colectiva en ellos.

Opinión de los docentes

Los profesores diseñaron la materia de acuerdo con los modelos de la Educación Basada en Lugares⁴⁶ y la Educación Patrimonial⁴⁷. Abordan esta asignatura como una experiencia prometedora, señalando las posibilidades de repensar su práctica docente y los beneficios de esa renovación en el aprendizaje de su alumnado. La valoran también como una práctica que favorece un mejor clima de aprendizaje y que les garantiza, además, un mayor bienestar profesional.

Los docentes estimaron positivamente el currículo de PyS, considerándolo abierto y flexible, a la vez que criticaron el modelo de desarrollo curricular dominante en las materias obligatorias. También consideraron de forma positiva la innovación como catalizadora de nuevos conocimientos disciplinares y metodológicos del profesorado, relacionándola con el bienestar docente. Así mismo, valoraron positivamente la oportunidad de fomentar actitudes críticas y recurrir a metodologías activas que favorezcan la implicación del alumnado. También apreciaron los beneficios de la materia para el desarrollo competencial del alumnado, centrándose en una mayor sensibilidad hacia el paisaje; conciencia medioambiental; capacidad para resignificar colectivos sociales ausentes u olvidados (antepasados, personas mayores, mujeres) y aprender a colaborar.

Opinión de los estudiantes

De forma mayoritaria, el alumnado expresa una valoración positiva de la materia sobre PyS, así como de las metodologías empleadas para su desarrollo en el aula. Incluso algunos estudiantes remarcaron que la materia les había ofrecido la posibilidad de adquirir nuevos conocimientos sobre su entorno y útiles para la vida diaria. Buena parte del alumnado considera que se trata de una materia importante, diferente al resto de las que estaba estudiando y socialmente relevante. No obstante, también señalaron que era una materia “entretenida” y con menor nivel de exigencia que las demás. A este respecto, quizás sea conveniente indicar que no se apreció de forma mayoritaria la adquisición de nuevo vocabulario, ni el desarrollo del pensamiento crítico, ni la interiorización de una idea global de sostenibilidad.

⁴⁵ Riveiro, 2021.

⁴⁶ Sobel, 2013.

⁴⁷ Fontal; Ibáñez, 2015, 2017.

Con todo, más allá de las sensaciones positivas, el alumnado manifiesta una débil conexión emocional con su entorno. Fueron muy pocos los estudiantes que asociaron el conocimiento de su paisaje y algún tipo de emoción o de apropiación personal. Entre los que sí lo hacían, solían vincular el paisaje a emociones y recuerdos personales referidos al pasado, pero también relacionados con el presente. Otra idea expresada de forma reiterada consistió en otorgar un valor natural al paisaje, lo que nos sitúa en una visión un tanto reduccionista del paisaje. Por último, varios estudiantes vincularon el paisaje con la creación de identidades, explicando como determinados lugares de Galicia favorecen la conformación de una identidad territorial, tanto por lo que se refiere al patrimonio material como al inmaterial (tradiciones gallegas asociadas a un determinado paisaje). En general, el alumnado destacó la importancia cultural del paisaje para Galicia y su personalidad propia.

Una experiencia de formación del profesorado para educar en paisaje

En el apartado de Metodología se ha hecho referencia al origen y la motivación de esta experiencia llevada a cabo en el ámbito de la formación de maestros de educación primaria (6-12 años). La mayoría de los estudiantes realizaron con solvencia académica el estudio del paisaje que habían elegido, combinando adecuadamente procedimientos de observación directa e indirecta. No obstante, en algunos casos los alumnos se quejaron de las severas dificultades con las que se habían encontrado a la hora de localizar información y documentación relevante, precisamente por el hecho de trabajar sobre paisajes ordinarios y localizados en el propio entorno.

Con respecto a la propuesta didáctica, los primeros borradores ofrecían proyectos educativos, más o menos elaborados e innovadores, en los que se transponía el estudio académico del paisaje al contexto escolar. Este escenario, ya previsto y esperado por los docentes de la materia, hizo que el proceso de seguimiento y tutorización de los trabajos se centrara en orientar la evolución y transformación de los proyectos iniciales hacia auténticas propuestas de educación en paisaje. Ciertamente, este propósito no se logró en todos los casos, pero fueron muchos los grupos de trabajo que expresaron su satisfacción por haber descubierto la importancia de conocer y dignificar los paisajes de su propio entorno, así como por haber tenido la oportunidad de reflexionar sobre como el paisaje es percibido por las personas, y como las emociones, las vivencias y las expectativas

personales pueden influir en el acercamiento al paisaje y en la forma en que lo vemos.

Los estudiantes contrastan esta experiencia con su propio conocimiento de la escuela y de la vida diaria fuera de las aulas, en donde lo habitual es la utilización de imágenes estereotipadas de paisajes turísticos, idílicos, comercializados y banalizados, sin ninguna conexión con el entorno próximo. De este modo, los futuros maestros acabaron por reconocer la importancia de que los escolares aprendan a partir de los paisajes que tienen a su alrededor, que descubran la historia asociada a cada uno de ellos y que adquieran la conciencia de la necesidad de cuidarlos y respetarlos.

Señalamos a continuación algunas de las producciones más interesantes, con la advertencia de que todos los paisajes trabajados están situados en alguna de las cuatro provincias de Galicia (España).

Paisajes naturales

Cabo Fisterra⁴⁸

Se trata de un promontorio granítico que se adentra en la costa atlántica gallega (Figura 1), al que los romanos se referían como el finis terrae, el límite de las tierras conocidas, el fin del mundo. Con una longitud de 9° 16' 20" O, fue considerado erróneamente la punta más occidental de la Europa continental, mérito que corresponde en realidad al Cabo da Roca, en el distrito portugués de Lisboa, a 9° 29' 54" O.

Figura 1. Cabo Fisterra



Fuente: Xunta de Galicia – Turismo de Galicia, 2022.

⁴⁸ Trabajo realizado por Carla Díaz Cortón, María Gómez Gayoso y Sara González López.

Desde la más remota antigüedad, su poderoso magnetismo atrajo a viajeros procedentes de todo el mundo, aunque también a barcos que no pudieron evitar naufragar en las procelosas aguas de la Costa da Morte. Actualmente, muchos peregrinos que viajan a la tumba del Apóstol Santiago creen que su camino no finaliza realmente hasta llegar al Cabo Fisterra.

En este lugar mágico, donde las impresionantes imágenes del ocaso parecen mostrar un sol que se hunde en la inmensidad del océano, su caracterización como el “fin del mundo” ha reforzado el valor identitario del paisaje, la carga simbólica de algunos de sus elementos y el sentimiento de pertenencia. Estas son las ideas sobre las que ha pivotado la propuesta de educación en paisaje, así como el impacto negativo de la presión turística y la necesidad de cuidar el paisaje como patrimonio que es preciso preservar.

Desembocadura del río Ouro⁴⁹

El río Ouro es un pequeño curso fluvial de tan solo 30 km de longitud, que circula por los términos municipales de O Valadouro, Alfoz y Foz, situados todos ellos en la provincia de Lugo. En su desembocadura en el mar Cantábrico forma la ría de Fazouro, también de reducidas dimensiones, que acoge en su interior la playa de A Pampillosa (Figura 2).

Figura 2. Desembocadura del río Ouro



Fuente: Fotografía de J. Goti, S. Gutiérrez y M. Q. Nieto.

La playa de A Pampillosa fue escenario de una próspera actividad local relacionada con la recogida de algas y de arena. Las algas, una vez secas, se vendían para la fabricación de cosméticos y determinadas medicinas, en tanto que la arena se utilizaba para la construcción. Profundas modificaciones en los procesos industriales y en la organización de la producción han provocado la desaparición de estas actividades. Por consiguiente, la propuesta de educación en paisaje se centra en la consideración

de este como reflejo de la relación de procesos locales y globales, tratando de recordar las viejas actividades relacionadas con la recogida de algas y de arena y su sustitución por otras actividades económicas en la comarca.

Paisajes rurales

Codeseda⁵⁰

Esta pequeña aldea, perteneciente al municipio de A Estrada, en la provincia de Pontevedra, es una perfecta imagen de la pérdida de población, envejecimiento, abandono y atraso económico (Figura 3). Pero también representa el riesgo de extinción de una cultura material e inmaterial reflejada en el paisaje, con la consiguiente irreparable pérdida patrimonial.

Figura 3. Codeseda (A Estrada, Pontevedra)



Fuente: Fotografía de N. Luna, A. Montero y R. Segade.

La propuesta de educación en paisaje pretende reivindicar la importancia de los paisajes ordinarios, lo propio, al margen de la noción de enclaves idílicos o bucólicos y tratando de implicar a los niños y niñas como agentes del paisaje. Para lograrlo, se diseñan actividades didácticas que buscan relacionar paisaje, literatura y tradición oral (cuentos, leyendas, mitos), junto con otro tipo de documentos y testimonios (historias de vida y recuerdos familiares, noticias pasadas, fotografías antiguas). También se realizan itinerarios centrados sobre todo en la consideración del paisaje intangible y evocador de sentimientos, de manera que se atiende en todo momento a la dimensión material e inmaterial del paisaje.

⁴⁹ Trabajo realizado por Judit Goti Hermida, Silvia Gutiérrez Taboada y Marina Qiu Nieto Rubio.

⁵⁰ Trabajo realizado por Nicolás Luna Puente, Anxo Montero Fuentes y Raúl Segade Mariño.

Ribeira Sacra⁵¹

Así llamada por tratarse del paisaje que reúne la mayor concentración de monasterios románicos de Europa. Se extiende por 21 términos municipales del sur de la provincia de Lugo y el norte de la de Ourense, surcados por los ríos Miño, Sil, Cabe y Bibei (Figura 4). Declarada Reserva de la Biosfera junto a las sierras del Oribio y Courel, es candidata a formar parte de la lista de Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO.

Figura 4. Ribeira Sacra



Fuente: Consorcio de Turismo Ribeira Sacra, 2022.

Su característica más distintiva es el cultivo de la vid, orientado durante siglos al autoconsumo, pero que desde hace algunas décadas se ha profesionalizado y modernizado desde el punto de vista enológico, hasta llegar a convertirse en uno de los principales recursos económicos de la comarca e impulsor de la Ribeira Sacra como destino turístico de tendencia creciente.

Los vinos de la Ribeira Sacra gozan de Denominación de Origen desde finales del pasado siglo y cuentan con reconocimiento a nivel mundial, tanto por su calidad como por la dificultad que supone su laboreo. En efecto, los bancales en los que se asientan las vides ofrecen pendientes de vértigo que impiden la mecanización en el proceso de labranza y recolección (“viticultura heroica”).

La propuesta educativa parte, pues, de la consideración del paisaje como producto social, destacando su dimensión histórica y cultural. Se plantean actividades relacionadas con el cultivo de la vid, insistiendo en el esfuerzo que supone esta actividad, auténtica señal de identidad de las gentes que habitan estos paisajes, aunque ahora se haya puesto al día y convertido en una importante fuente de beneficios.

⁵¹ Trabajo realizado por Sara Díaz Montes y Silvia García Fernández.

Paisajes urbanos

Melide⁵²

Se trata de una pequeña y antigua villa, perteneciente a la provincia de A Coruña y enclavada en una encrucijada de las rutas jacobeanas, cuyo origen medieval y posterior desarrollo guardan una estrecha relación con su situación privilegiada justo en el lugar donde conectan el Camino Primitivo que parte de Oviedo y el Camino Francés que viene desde Roncesvalles (Figura 5).

Es lógico, pues, que la población tenga una intensa identidad histórica y económica vinculada a las peregrinaciones a Santiago de Compostela, ciudad de la que dista 55 km, al ser parada obligatoria de los caminantes. Por consiguiente, la propuesta educativa en este caso vuelve a apoyarse en la dimensión histórica y cultural del paisaje, así como en su consideración como producto social. En concreto, las actividades escolares trabajan fundamentalmente la vinculación histórica de la villa de Melide con el Camino de Santiago y la influencia de la ruta jacobea en el desarrollo urbano y en la economía local.

Figura 5. Melide



Fuente: Concello de Melide, 2022.

Portomarín⁵³

También situada en el Camino de Santiago a su paso por la provincia de Lugo, esta localidad, que había sido fundada en el siglo X (al comienzo de la peregrinación a Santiago, como lugar obligatorio de paso para cruzar el

⁵² Trabajo realizado por Andrea de la Iglesia Bascoy y Ana Rodríguez Feijoo.

⁵³ Trabajos realizados por María Varela Rodríguez, Noemí Vázquez Viña, Andrea Vila Vázquez, Nuria Alonso Estévez, Alejandro Picón Gómez y Sonia Rábade Alvarinho.

río Miño), tiene la particularidad de que desapareció a principios de los años 60 del pasado siglo bajo las aguas del río, para construir un embalse (Belesar) destinado a la producción hidroeléctrica.

La desaparición del viejo Portomarín obligó a la construcción de un nuevo pueblo, caracterizado por su tipología de vivienda única, y al traslado, piedra a piedra, de los monumentos más significativos y protegidos de la vieja villa, especialmente la iglesia-fortaleza de San Nicolás (Figura 6). Ciertamente, la nueva central hidroeléctrica contribuyó a la mejora de la electrificación y al desarrollo industrial de una parte de España, pero supuso un drama para muchas familias y una profunda modificación de sus señas de identidad, al verse obligadas a dejar sus casas y su medio de vida, para instalarse en un pueblo de nueva creación, artificial y sin carácter. Al final del verano, coincidiendo con el descenso del caudal del río, los restos de las viejas edificaciones reaparecen, de manera que los viejos habitantes pueden observar un pilar del viejo puente medieval de origen romano, los vestigios de las instalaciones que se empleaban tradicionalmente para capturar salmónidos y anguilas, las ruinas de sus antiguas casas y los terrenos que cultivaban o en los que jugaban los niños, e incluso las ruinas del cementerio, lo que representa la reapertura de una cicatriz nunca cerrada del todo.

Figura 6. Portomarín



Fuente: Concello de Portomarín, 2022.

Como no puede ser de otra manera, la propuesta de educación en paisaje sobre Portomarín se centra en su valor identitario, en la fuerte carga simbólica de algunos de sus elementos y el sentimiento de pertenencia que generan. Las actividades programadas buscan que los escolares se acerquen al paisaje desde una perspectiva

emocional y empática, acudiendo a los testimonios de los vecinos que vivían en ese lugar y que tuvieron que abandonar como consecuencia de la construcción del embalse.

Conclusión

Tanto la experiencia de educación en paisaje realizada en el marco de la formación del profesorado de Educación Primaria como la investigación desarrollada sobre el proceso de implantación de una materia de Paisaje y Sostenibilidad⁵⁴ dirigida al alumnado de educación secundaria ponen de manifiesto el interés educativo que ofrece la dimensión patrimonial del paisaje, al permitir aunar educación en paisaje y educación patrimonial.

Los procesos de patrimonialización del paisaje pueden ser el resultado de un reconocimiento personal o colectivo, construido de abajo arriba, o bien de un reconocimiento institucional, construido de arriba abajo. En el primer caso, las personas otorgan valor patrimonial a aquellos paisajes y lugares cotidianos con los que mantienen un vínculo emocional y cuyos elementos resultan estratégicos para afirmar su identidad. En el segundo caso, el valor patrimonial del paisaje puede ser objeto de un reconocimiento institucional por parte de la ciencia, el arte o la ley, siempre que se cumplan una serie de requisitos acreditativos previos. Sea como fuere, los procesos de patrimonialización del paisaje representan una lucha contra la banalización, la especulación o la gentrificación.

Además, en estrecha relación con la dimensión patrimonial del paisaje está la idea de paisaje entendido como derecho social, es decir, el hecho de que la sociedad civil asuma el paisaje como un derecho. El paisaje es de todos y, por lo tanto, es un bien de interés común. Hablamos de la ética del paisaje, directamente relacionada con el concepto de sostenibilidad, esto es, el reconocimiento de los derechos de las personas y generaciones futuras sobre el paisaje.

La preocupación social por el derecho de todas las personas a habitar un paisaje de calidad fue una de las principales aportaciones del Convenio Europeo del Paisaje. Aunque hoy nadie se atreve a cuestionar

⁵⁴ Lamentablemente, esta materia va a tener un corto recorrido, puesto que está condenada a desaparecer con el desarrollo de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE del 30 de diciembre de 2020).

este derecho, su garantía requiere una creciente participación ciudadana en todas las decisiones públicas que afecten a las comunidades y a sus paisajes. De no ser así, es decir, de no acometerse este proceso de democratización del paisaje, solo los comités de expertos y la administración tendrían opinión en la gestión del paisaje.

Por último, es importante señalar que, en España, el estudio del paisaje se ha ido consolidando desde distintas perspectivas disciplinares, al tiempo que la educación en paisaje se va abriendo paso al compás de la innovación didáctica y la investigación educativa. Para avanzar en este proceso, es necesario superar las limitaciones que marca el currículo en cuanto referente normativo, de manera que el tratamiento del paisaje en la escuela debería completarse con estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos innovadores, en especial el trabajo de campo y las nuevas tecnologías.

La revolución tecnológica que vivimos y que ha dado lugar a una sociedad digitalizada facilita enormemente la posibilidad de acceder a recursos de información sobre el territorio y el paisaje que hace tan solo dos o tres décadas eran inaccesibles o de difícil consulta. Las posibilidades que ofrecen en la actualidad las nuevas tecnologías, Internet en particular, hacen posible el acceso a una gran cantidad de información, sea en forma de fotografías aéreas, cartografía, datos estadísticos, artículos científicos, etc. Esta sobreabundancia informativa a disposición del alumnado a golpe de clic provoca que uno de los retos más importantes en la educación actual sea orientar en el uso reflexivo de criterios para seleccionar, discriminar y jerarquizar la información.

Referencias bibliográficas

- Azcárate Luxán, Blanca; Fernández Fernández, Antonio.** 2017: *Geografía de los paisajes culturales*. Madrid (España), Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Bolós i Capdevila, María de (Dir.).** 1992: *Manual de ciencia del paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Barcelona (España), Masson.
- Busquets Fàbregas, Jaume.** 1996: "La lectura visual del paisaje. Bases para una metodología". *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 9, 53-60.
- Busquets Fàbregas, Jaume.** 2010: "La educación en paisaje: una oportunidad para la escuela". *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 65, 7-16.
- Concello de Melide.** 2022: *O que non te podes perder*. <http://turismomelide.com/index.php/gl/caminos-de-santiago/o-que-non-te-podes-perder>
- Concello de Portomarín.** 2022: *Ayuntamiento de Portomarín*. <https://www.ayuntamiento.es/portomarín>
- Consejo de Europa.** 2000: *Convenio Europeo del Paisaje*. Florencia. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treatynum=176>
- Consorcio de Turismo Ribeira Sacra.** 2022: https://turismo.ribeirasacra.org/cgmlimg/10974-aezdeea/imageMultimediaLarge/Viticultura_Heroica_6_.jpg
- De Miguel González, Rafael.** 2016: "Espacio digital y educación geográfica: el Atlas Digital Escolar", en López Facal, Ramón (Ed.), *VII Simposio de Didáctica de las Ciencias Sociales en el ámbito Iberoamericano. Ciencias sociales, educación y futuro*. Investigaciones en didáctica de las ciencias sociales. Santiago de Compostela (España), Red14-Universidad de Santiago de Compostela, 1148-1160.
- Feliu Torruella, María; Hernández Pongiluppi, Mar.** 2015: "El paisaje en la didáctica de las ciencias sociales". *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 81, 9-14.
- Fontal Merillas, Olaia; Ibáñez Etxeberria, Alex.** 2015: "Estrategias e instrumentos para la educación patrimonial en España". *Educatio Siglo XXI*, 33(1), 15-32. <https://doi.org/10.6018/j/222481>
- Fontal Merillas, Olaia; Ibáñez-Etxeberria, Alex.** 2017: "La investigación en Educación Patrimonial. Evolución y estado actual a través del análisis de indicadores de alto impacto". *Revista de Educación*, 375, 184-214. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2016-375-340>
- García de la Vega, Alfonso.** 2019: "Perspectivas de futuro en el aprendizaje del paisaje". *Didáctica Geográfica*, 20, 55-77. <https://doi.org/10.21138/DG.441>
- Gómez Ortiz, Antonio.** 1993: "Reflexiones acerca del contenido "paisaje" en los "currícula" de la enseñanza obligatoria". *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16, 231-240.
- Hernández Carretero, Ana María.** 2010: "El valor del paisaje cultural como estrategia didáctica". *Tejuelo. Didáctica de la Lengua y la Literatura*, 9, 162-178.
- Liceras Ruiz, Ángel.** 2003: *Observar e Interpretar el Paisaje. Estrategias didácticas*. Granada (España), Grupo Editorial Universitario.
- Liceras Ruiz, Ángel.** 2013: "Didáctica del paisaje. Lo que es, lo que representa, cómo se vive". *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 74, 85-93.
- Liceras Ruiz, Ángel.** 2016: "La Geografía, el paisaje y los mapas", en Liceras Ruiz, Ángel; Romero Sánchez, Guadalupe (Coords.), *Didáctica de las Ciencias Sociales. Fundamentos, contextos y propuestas*. Madrid (España), Pirámide, 141-161.

- Macía Arce Xosé Carlos; Rodríguez Lestegás, Francisco; Armas Quintá, Francisco Xosé.** 2019: "A paisaxe no currículo e nos manuais escolares. Algunhas fontes e ferramentas para traballar a paisaxe nas aulas", en Macía Arce, Xosé Carlos; Armas Quintá, Francisco Xosé; Rodríguez Lestegás, Francisco (Coords.), *La reconfiguración del medio rural en la Sociedad de la Información. Nuevos desafíos en la educación geográfica*. Santiago de Compostela (España), Andavira, 509-525.
- Martínez de Pisón, Eduardo.** 1998: "El concepto de paisaje como instrumento de conocimiento ambiental", en Martínez de Pisón, Eduardo (Coord.), *Paisaje y medio ambiente*. Valladolid (España), Universidad de Valladolid, 9-28.
- Martínez de Pisón, Eduardo.** 2010: "Saber ver el paisaje". *Estudios Geográficos*, 71(269), 395-414. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201013>
- Mata Olmo, Rafael.** 2006: "Un concepto de paisaje para la gestión sostenible del territorio", en Mata Olmo, Rafael; Tarroja i Coscuella, Alexandre (Coords.), *El paisaje y la gestión del territorio. Criterios paisajísticos en la ordenación del territorio y el urbanismo*. Barcelona (España), Diputació de Barcelona, 17-46.
- Mata Olmo, Rafael.** 2008: "El paisaje, patrimonio y recurso para el desarrollo territorial sostenible. Conocimiento y acción pública". *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 184(729), 155-172.
- Melcón Beltrán, Julia.** 1995: *Renovación de la enseñanza de la Geografía en los orígenes de la España Contemporánea*. Madrid (España), Universidad Autónoma de Madrid.
- Riveiro Rodríguez, Tania.** 2021: *A materia de Paisaxe e Sustentabilidade en aulas de secundaria: observación e reflexión crítica desde un modelo alternativo*, tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (España).
- Sobel, David.** 2013: *Place-Based Education. Connecting Classrooms and Communities*. Great Barrington, Massachusetts (Estados Unidos), Orion Society.
- Trinca Figuera, Delfina.** 2006: "Paisaje natural, paisaje humanizado o simplemente paisaje". *Revista Geográfica Venezolana*, 47(1), 113-118.
- Urquijo Torres, Pedro; Barrera Bassols, Narciso.** 2009: "Historia y Paisaje. Explorando un concepto geográfico monista". *Andamios*, 5(10), 227-252. <https://doi.org/10.29092/uacm.v5i10.175>
- Xunta de Galicia – Turismo de Galicia.** 2022: *Cabo Fisterra*. https://www.turismo.gal/que-visitar/destacados/cabo-fisterra?langId=es_ES

Gestión del régimen jurídico y titularidad de las aguas del balneario de Alhama de Granada (España): un recurso territorial turístico a debate

Management of the legal regime and ownership of the waters of the Alhama de Granada spa (Spain): a territorial tourist resource under debate

Aida Pinos-Navarrete

Universidad de Granada. Granada, España

apnavarrete@ugr.es

 ORCID: 0000-0003-2934-9321

Cristina Domingo-Jaramillo

Universidad de Granada. Granada, España

cdomingo@ugr.es

 ORCID: 0000-0002-3795-5885

Juan Carlos Maroto-Martos

Universidad de Granada. Granada, España

jcmaroto@ugr.es

 ORCID: 0000-0002-0391-5797

Información del artículo

Recibido: 14 de diciembre de 2021

Revisado: 03 de noviembre de 2022

Aceptado: 17 de febrero de 2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.6820

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

El balneario de Alhama de Granada es un recurso territorial con un marcado uso histórico. Las propiedades de sus aguas mineromedicinales han despertado la curiosidad de muchos, por lo que a lo largo de los siglos las tierras de Alhama han acogido en su balneario a diferentes civilizaciones que buscaban la cura termal. Sin embargo, el uso de estas aguas salutíferas también ha estado marcado por la codicia y los litigios. En este documento se recogen en primer lugar el contexto geográfico y los usos históricos del agua del balneario de Alhama de Granada y, en segundo lugar, se describen las diferentes fases del régimen jurídico y titularidad de las aguas. De esta forma, el objetivo es hacer un análisis geohistórico del uso de las aguas mineromedicinales del balneario de Alhama y de su marco legislativo con el fin de establecer conclusiones relacionadas con la situación del recurso y el desarrollo local en la actualidad.

PALABRAS CLAVE: Turismo de balneario, Aguas mineromedicinales, Conflicto jurídico, Desarrollo territorial, Andalucía.

ABSTRACT

The Alhama de Granada spa is a space resource with a strong historical use. The properties of its mineral-medicinal waters have aroused the curiosity of many people. For that reason, in the last centuries the lands of Alhama have welcomed different civilizations in search of thermal cures in their spa. However, use of these salubrious waters has also been marked by greed and litigation. In this document, firstly the geographical context and the historical uses of the water in the Alhama de Granada spa are collected and secondly, the different phases of the legal regime and ownership of the water are described. In this way, the objective is to carry out a geohistorical analysis of the use of the mineral-medicinal waters of the Alhama spa and its legislative framework in order to draw conclusions related to the current situation of the resource and local development.

KEYWORDS: Spa tourism, Mineral-medicinal waters, Legal conflict, Local development, Andalusia.

Gestão do regime jurídico e titularidade das águas das termas de Alhama de Granada (Espanha): um recurso territorial turístico em debate

SUMÁRIO

A estância termal da Alhama de Granada é um recurso territorial com uma marcada utilização histórica. As propriedades das suas águas mineromedicinais despertaram a curiosidade de muitos, razão pela qual, ao longo dos séculos, as terras de Alhama acolheram nas suas termas diversas civilizações em busca de uma cura termal. No entanto, o uso dessas águas salutares também tem sido marcado pela ganância e pelo litígio. Neste documento, em primeiro lugar, são recolhidos o contexto geográfico e os usos históricos da água das termas de Alhama de Granada e, em segundo lugar, são descritas as diferentes fases do regime jurídico e da titularidade das águas. Desta forma, pretende-se fazer uma análise geohistórica da utilização das águas mineromedicinais da estância termal de Alhama e do seu enquadramento legislativo de forma a estabelecer conclusões relacionadas com a situação atual do recurso e o desenvolvimento local.

PALAVRAS-CHAVE: Turismo termal, Águas mineromedicinais, Conflito jurídico, Desenvolvimento territorial, Andalucía.

Gestion du régime juridique et propriété des eaux de la station thermale d'Alhama de Granada (Espagne) : une ressource territoriale touristique en débat

RÉSUMÉ

La station thermale d'Alhama de Granada est une ressource territoriale avec une utilisation historique marquée. Les propriétés de ses eaux minéralo-médicinales ont suscité la curiosité de beaucoup de personnes, c'est pourquoi, au fil des siècles, les terres d'Alhama ont accueilli différentes civilisations dans leur station thermale à la recherche d'une cure thermale. Cependant, l'utilisation de ces eaux salutaires

a également été marquée par la cupidité et les litiges. Dans ce document, d'une part, le contexte géographique et les utilisations historiques de l'eau de la station thermale d'Alhama de Granada sont rassemblés et, d'autre part, les différentes phases du régime juridique et de la propriété des eaux sont décrites. De cette façon, l'objectif est de faire une analyse géohistorique de l'utilisation des eaux minéralo-médicinales de la station thermale d'Alhama et de son cadre législatif afin d'établir des conclusions liées à la situation actuelle de la ressource et le développement local.

MOTS-CLÉS: Tourisme thermal, Eaux minéralo-médicinales, Conflit juridique, Développement territorial, Andalousie.

Gestione del regime giuridico e proprietà delle acque delle terme di Alhama de Granada (Spagna): una risorsa territoriale turistica in discussione

SOMMARIO

Le terme dell'Alhama de Granada sono una risorsa territoriale con un marcato uso storico. Le proprietà delle sue acque minerali-medicinali hanno suscitato la curiosità di molti, ecco perché, nei secoli, le terre di Alhama hanno accolto nelle loro terme diverse civiltà alla ricerca di una cura termale. Tuttavia, l'uso di queste acque salutari è stato segnato anche dall'avidità e dal contenzioso. In questo documento, in primo luogo, vengono raccolti il contesto geografico e gli usi storici delle acque delle terme di Alhama de Granada e, in secondo luogo, vengono descritte le diverse fasi del regime giuridico e della proprietà delle acque. In tal modo, l'obiettivo è quello di effettuare un'analisi geostorica dell'uso delle acque minerali-medicinali delle terme di Alhama e del suo quadro normativo al fine di trarre conclusioni relative alla situazione attuale della risorsa e dello sviluppo locale.

PAROLE CHIAVE: Turismo termale, Acque minerali-medicinali, Conflitto giuridico, Sviluppo territoriale, Andalusia.

Introducción: contexto histórico y problemáticas jurídicas en el termalismo español

El aprovechamiento del balneario de Alhama de Granada tiene un carácter histórico. Las beneficiosas propiedades de sus aguas mineromedicinales han despertado la curiosidad de muchas civilizaciones que, a lo largo de los siglos, han disfrutado del balneario como medio de cura termal. Sin embargo, el uso de estas aguas salutíferas en particular no ha estado exento de controversias, en consonancia con los litigios generales habidos por el control de los manantiales y su explotación a lo largo de la geografía peninsular, siendo objeto de estudio en los trabajos sobre termalismo desde el pasado hasta la actualidad¹. No obstante, conviene señalar que no se le ha concedido la suficiente importancia a esta temática en la literatura científica².

Por tanto, los pleitos en torno a las aguas del balneario de Alhama de Granada no son una excepción, más bien al contrario, tienen lugar frecuentemente, como se evidencia cuando se analizan las reconstrucciones históricas de los balnearios españoles, perviviendo en ocasiones hasta nuestros días. Por citar algunos casos, a título de ejemplo: Barambio (Álava) donde se logró que pasase a titularidad municipal; Puente Viesgo (Cantabria) que pertenecía a los propios de la localidad y se privatizó; el balneario de Sierra Alhamilla (Almería), que a mediados del siglo XIX fue objeto de un pleito por su propiedad entre el obispado, el Ayuntamiento de Pechina y la Diputación; Termas de Cuntis (Galicia), donde ha habido conflicto entre la empresa y el Concello por la titularidad de dos burgas; el balneario de Borines (Asturias), que vio el pleito por su propiedad, considerada comunal por los vecinos; o la fuente del Troncoso en Mondariz (Galicia).

Estos conflictos sobre la titularidad pública y privada han sido una constante, especialmente desde el siglo XIX y durante el siglo XX, con la abolición de los señorios jurisdiccionales en 1811 y la consiguiente eliminación del dominio señorial³. Además, con los procesos de despatrimonialización de las aguas y de las desamortizaciones en el siglo XIX, en muchas ocasiones el eje central de las disputas fueron precisamente las aguas, que

terminaron pasando de manos señoriales, de la iglesia y de los ayuntamientos, a manos del dominio útil, es decir, de particulares. Estos sucesos históricos constituyeron un paso fundamental en el proceso de privatización de las aguas termales, que se derivaron de los cambios estructurales que generó la regulación liberal⁴.

El tema debe enmarcarse para su adecuada comprensión, en el proceso antes citado de despatrimonialización que se impulsó por las Cortes de Cádiz y que se puso en marcha con las sucesivas desamortizaciones que acontecieron en el país en el siglo XIX. Efectivamente, por influencia europea, de la corriente de pensamiento higienista⁵, el papel destacado de acercamiento a Europa y a estas ideas de los Borbones españoles de entonces, que imitaron las costumbres de tener estancias en centros termales, se asiste entre las elites ilustradas, clases burguesas, a un creciente interés por el poder curativo de sus aguas y su análisis científico, que los empresarios pronto tratarán de poner en valor, a pesar de las objetivas dificultades para su explotación; problemas de infraestructuras, servicios, etc.⁶

Esta situación favorecerá que entren en conflicto con los vecinos de los municipios que consideraban esos manantiales como propios a pesar de no disponer, en muchos casos, de documentación que lo acreditase. Las disputas por la propiedad de estas aguas, derivadas de la falta de regulación clara por parte del Antiguo Régimen, que diferenciaba entre el dominio directo y el dominio útil, que podían coincidir o no, generó la necesidad de crear una legislación en torno a la propiedad de las aguas mineromedicinales con propiedades salutíferas que frecuentemente enfrentaba a nobleza, campesinos, consistorios y a empresarios que veían este recurso como propio o como una importante fuente de beneficios.

La liberalización que se impuso en las Cortes de Cádiz y que supuso la supresión del dominio directo señorial y su transformación en general, hizo que los titulares del dominio útil pasasen también a serlo del directo⁷, cuestión que favoreció que fuese transferida a los ayuntamientos, en el primer tercio del siglo XIX, la gestión de los balnearios y también la gestión empresarial de estos recursos que no estaban exentos de los elevados gastos que se derivaban de las obligaciones legales de asegurar la salubridad de las aguas y de los

¹ Garrido, 1963. Villar, 1980. Moreno, 2002. Perdigo, 2004. Barriobero, 2006. Nogueira, 2009. Larrinaga, 2015. Alvim-Carvalho y Navarro-García, 2019. Alvim-Carvalho, Escalera-Reyes y Navarro-García, 2022b.

² Alonso-Álvarez y Larrinaga-Rodríguez, 2015.

³ Maluquer de Motes, 1983.

⁴ Alonso Álvarez, Vilar Rodríguez y Lindoso Tato, 2012.

⁵ Van Tubergen y Van der Linden, 2002. Jarrassé, 2002.

⁶ Jarrassé, 2002.

⁷ Maluquer de Motes, 1983.

tratamientos sanitarios que allí se dispensaban. En este proceso el protagonismo y poder de decisión de los médicos- directores de los balnearios fue muy importante desde su creación como Cuerpo en 1816, hasta que la Instrucción General de Sanidad de 1904 autorizó que cualquier facultativo pudiese recetar las aguas minero-medicinales⁸, provocando en ocasiones conflictos con los propietarios. Serán los gastos fijos, en un contexto de incertidumbres y conflictos (Guerras Carlistas, episodios durante el reinado de Isabel II y el Sexenio Revolucionario) que derivaron en periodos de baja demanda, unido a las exigencias de la regulación de las casas de baños y la fuerte inspección estatal, los que hicieron insostenible para las débiles economías de muchos de ellos gestionar las aguas y los establecimientos de manera adecuada, propiciando frecuentemente su venta.

Las desamortizaciones intensificaron el proceso privatizador⁹, especialmente la Ley de Desamortización de 1855, más conocida como Desamortización de Madoz, que aceleró que tanto manantiales, como casas de baños que se encontraban en su mayor parte en posesión de municipios y órdenes religiosas, se privatizaran, favoreciendo, especialmente desde el último cuarto de siglo con el Reglamento de 12 de mayo de 1874, el crecimiento del número de estos establecimientos, de sus usuarios y de los ingresos que obtenían sus propietarios¹⁰.

La relativa estabilidad durante la Restauración, propició una mejora económica y avance cultural que se reflejó en el desarrollo de las infraestructuras de las comunicaciones y de los servicios de la hidrología médica que propiciará, por imitación de lo que ocurría en el centro y norte de Europa, ofertas lúdico-culturales, complementarias a la cura termal, que están en el origen del turismo vacacional¹¹.

Su evolución durante este periodo no estuvo exenta de momentos difíciles, pues tras el esplendor de las dos últimas décadas del siglo XIX, se produjo una dura crisis económica tras la pérdida colonial (Cuba y Filipinas), que afectó a las economías de las clases burguesas del país, lo cual se reflejó en la crisis balnearia. El estallido de la Primera Guerra Mundial incrementó la inestabilidad y también el desarrollo de la medicina moderna¹². Sin duda fue fundamental, en este sentido, el avance en las técnicas de

esterilización y, sobre todo, el descubrimiento de los antibióticos, que redujeron de manera muy importante las muertes por causas exógenas (enfermedades epidémicas), contra las que los tratamientos de las aguas se mostraban ineficaces. Se generalizaron los tratamientos en los hospitales, en los que los nuevos medicamentos se fueron usando cada vez más profusamente; cuestiones todas que abocaron en el ocaso de la corriente de pensamiento higienista y del termalismo español¹³.

La Guerra Civil Española cambió el uso de los establecimientos balnearios, que se adaptaron a fines militares y hospitalarios. La durísima posguerra, periodo de la autarquía, se caracterizó por la incidencia de una profunda crisis económica y social que unida a una ausencia de apoyo gubernamental a los balnearios, favoreció también su caída¹⁴. Solo la apertura del régimen dictatorial con la implantación de los planes de estabilización, logró que se produjera un nuevo crecimiento económico. La apertura al exterior aceleraría el protagonismo de un nuevo segmento turístico, el de sol y de playa (turismo de ola), que si bien relanzó el turismo español, terminó profundizando el citado ocaso del termalismo de balneario en el país. Posteriormente, el advenimiento de la democracia y la consiguiente mejora económica, social y cultural, que se incrementó tras la integración de España en Europa, propició el diseño y ejecución de unas más generalizadas y eficientes políticas sociales, que en el caso que nos ocupa, se plasmaron por ejemplo en el Programa de Termalismo Social del IMSERSO. Sin duda este programa será clave para entender el nuevo renacimiento del termalismo¹⁵, a pesar de la paralización temporal que ha supuesto la pandemia de la Covid-19 para el sector¹⁶.

Sin embargo, el malestar de la población de los municipios con balnearios que se privatizaron, sigue existiendo, contemplando este recurso como algo que se les ha arrebatado y que está gestionado por personas que no tienen interés en la mejora del pueblo, sino simplemente servirse de él para hacer negocios. Esto provoca que, en ocasiones, la población local y los propietarios/gerentes de los balnearios de esos núcleos tengan visiones enfrentadas y un sentimiento constante de posturas irreconciliables¹⁷, emergiendo en la actualidad conflictos entre ellos. En este contexto que se ha expuesto, el

⁸ Rodríguez Sánchez, 2006 y 2015. Maraver Eyzaguirre, 2006.

⁹ Alonso Álvarez, Vilar Rodríguez y Lindoso Tato, 2012.

¹⁰ Larrinaga, 2002 y 2011. Alonso Álvarez, Vilar Rodríguez y Lindoso Tato, 2012.

¹¹ Vilar Rodríguez, 2011.

¹² Alonso-Álvarez, 2012.

¹³ Jarrassé, 2002. Henn Bonfada et al., 2008. Alonso-Álvarez, 2012.

¹⁴ Alonso-Álvarez, 2012. Lindoso-Tato, 2022.

¹⁵ Hernández Torres, 2006. Martínez Moure, 2008 y 2017.

¹⁶ Pinos Navarrete y Shaw, 2021.

¹⁷ Maroto et al., 2020.

estudio del contencioso entre el Ayuntamiento de Alhama de Granada y los propietarios de su Balneario, constituye un claro ejemplo.

Por tanto, se parte de la hipótesis de que, a pesar de que las aguas mineromedicinales de Alhama constituyen un recurso natural con gran potencial de explotación, su uso turístico está en parte sesgado por los conflictos jurídicos, impidiendo el aprovechamiento del recurso en su totalidad, así como los beneficios que ello conllevaría para el desarrollo local del municipio en el que se ubica. En este contexto, el objetivo es elaborar un análisis geohistórico del uso de las aguas mineromedicinales del balneario de Alhama y de su marco legislativo con el fin de establecer conclusiones relacionadas con la situación del recurso en la actualidad. De esta forma, la estructura de este documento abarca en primer lugar el contexto geográfico y los usos históricos del agua del balneario de Alhama de Granada y, en segundo lugar, se describen las diferentes fases del régimen jurídico y titularidad de las aguas. Así se pretende aunar el estudio de su identidad histórico-geográfica con el análisis de los litigios jurídicos que se han derivado intrínsecamente de la misma.

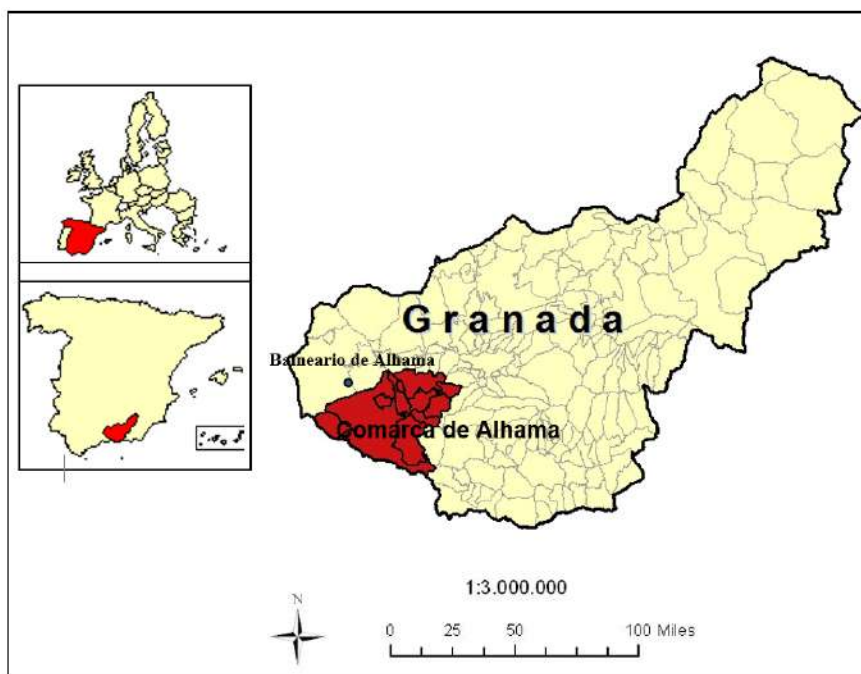
Localización geográfica y uso histórico del balneario de Alhama de Granada

Localización del balneario de Alhama de Granada

El Balneario de Alhama de Granada se ubica en la Comarca de Alhama, situada en la parte occidental de la provincia de Granada (Andalucía) (Mapa 1). Este ámbito geográfico limita al norte con la comarca de Loja, al noreste con la Vega de Granada, al este con el Valle de Lecrín, al oeste y sur con la Comarca de la Axarquía malagueña y al sureste con la Costa Granadina. Más concretamente, el Balneario se encuentra en el término municipal de Alhama de Granada, a unos dos kilómetros del núcleo urbano. Este municipio es considerado cabecera comarcal.

El centro termal objeto de estudio se enclava en una depresión localizada a más de sesenta metros por debajo del terreno circundante, a una altitud aproximada de 790 m sobre el nivel del mar. Por su interior, entre los "Tajos"¹⁸, discurre el río Alhama, también conocido como río Marchán (Imagen 1 y 2). Esta posición geoes-tratégica, al abrigo de los vientos, de las temperaturas

Mapa 1. Localización de la comarca y del Balneario de Alhama de Granada



Fuente: Elaboración propia.

¹⁸ Situados dentro del Parque Natural de las Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama y catalogados como Paisajes Sobresalientes según el Plan Especial del Medio Físico de Granada, (Monumento Natural de Andalucía de carácter Geológico). Véase el decreto 382/2011, de 30 de diciembre, por el que se declaran monumentos naturales de Andalucía el Meandro de Montoro, los Tajos de Alhama, la Peña de Arcos de la Frontera y la Ribera del Guadaíra y se dictan normas y directrices para su ordenación y gestión (BOJA nº. 8 de 13 de enero de 2012).

extremas y con el río como elemento suavizador de las temperaturas, le confiere a este entorno un microclima privilegiado con multitud de especies vegetales (alamedas, coníferas, choperas, rosaledas, olivares, almendros...) y faunísticas (garza real, ardillas, ruiseñor...) ideal en la complejidad holística de la cura termal.

El análisis geoespacial evidencia que el Balneario cuenta con una posición geoestratégica privilegiada al estar a caballo entre la Vega de Granada y la costa malagueña, lo cual ha dado lugar a un intenso uso de las aguas mineromedicinales a lo largo de la historia.

Imagen 1. Ubicación del Balneario en relación al núcleo urbano de Alhama de Granada



Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto Geográfico Nacional.

Imagen 2. Edificio principal del Balneario de Alhama de Granada



Fuente: Fotografía de los autores.

Uso histórico de las aguas mineromedicinales de Alhama de Granada

El uso de las aguas de Alhama de Granada es tan antiguo como su poblamiento. Los numerosos pueblos y civilizaciones que han pasado por estas tierras se instalaron próximos a su emergencia para aprovechar sus propiedades salutíferas desde el origen de los tiempos, como atestiguan los numerosos vestigios del Neolítico, junto con los romanos y árabes, encontrados en las distintas cuevas del entorno del Balneario. Junto al nacimiento termal se localiza la Cueva de la Mujer (4.200 – 3.200 a.C), evidenciando “el conocimiento de esta agua por el ser humano desde el poblamiento mismo de la región y, sin duda, su utilización terapéutica, higiénica y lúdica”¹⁹. Fue excavada por primera vez en el siglo XIX hallando gran cantidad de objetos (cuchillos, vasijas, adornos, etc.). También en la Cueva de los Molinos, ubicada en el tajo, se encontró en 1968 un yacimiento arqueológico del periodo Neolítico, que al igual que en el caso de la caverna anterior “confirma el conocimiento por el ser humano del manantial en ese período, y se ha de suponer tuviese alguna utilidad desde entonces”²⁰.

El aprovechamiento de las aguas termales, junto con las tierras fértiles de Alhama y la presencia de un recurso hídrico como el río Marchán (en la actualidad río Alhama) determinaron la aparición de asentamientos prerromanos en las inmediaciones del actual Balneario. El fortalecimiento de las relaciones sociales dio lugar a la congregación de la población en grupos, originándose numerosos pueblos y aldeas; es entonces cuando se produce la ocupación de los prominentes *Cerro de la Torre del Baño* y *Mesa del Baño* por neolíticos, íberos y finalmente, romanos (a pesar de ser objeto de numerosos debates científicos, la mayoría de historiadores relacionan la antigua *Artigis Juliensis* con Alhama). Además, los vestigios de extensas edificaciones de aquella época encontrados junto a las termas y en la ciudad de Alhama avalan el uso de las aguas por la civilización romana²¹.

En contra de lo afirmado por algunos tratadistas que datan el Balneario como obra nazarí, su origen se documenta en la Edad Antigua. Fueron los romanos los que configuraron un edificio en el siglo I d.C, tiempo

¹⁹ Raya Retamero, 2009.

²⁰ Raya Retamero, 2009.

²¹ Raya Retamero, 2009. Piñar Samos, 2014.

de César Augusto. Así lo corrobora la basamenta de la alberca, que data de esta época, donde se recoge hoy el agua del manantial (Imagen 3). Por tanto, estamos ante un balneario de planta y planificación romanas²².

Imagen 3. Baño Fuerte, alberca de base romana



Fuente: Fotografía de los autores.

En sucesivos periodos históricos las tierras de Alhama presentan continuidad poblacional, adquiriendo el balneario su mayor esplendor en la etapa musulmana²³. Es de los árabes, quienes tuvieron estas aguas en gran estima, de quien deviene el nombre de Alhama, “Al-Hammam” que se traduce como “manantial de agua caliente”. La dominación islámica se tradujo en la consolidación de un asentamiento próximo al manantial y a este periodo corresponden también algunas reformas que hoy se consideran una de las joyas del arte nazarí mejor conservadas²⁴. El antiguo *caldarium* romano quedaba como baño de los hombres y lo que era el antiguo *laconium* romano se destinaba a lugar de baño para las mujeres. No será hasta las reformas del siglo XIX, cuando volvería a ser un solo edificio como en la actualidad²⁵. Con la llegada de los musulmanes, el Balneario es remodelado, lo mismo que ocurrió cuando, a finales del siglo XV (1495), los Reyes Católicos lo cedieron al Consejo de Alhama. Las transformaciones cristianas se produjeron a finales del siglo XVI cuando se construye la capilla (1575-1580) en el patio central con el fin de que los enfermos no tuviesen que trasladarse al núcleo urbano para rituales religiosos. La disposición original se modifica a principios del siglo XVIII y tras el terremoto

de Lisboa en 1755 se realizaron nuevas intervenciones. También se levantó el cuarto de los pobres y se amplió el número de plazas de hospedaje²⁶.

Este pasado histórico con huellas de las distintas civilizaciones que utilizaron y disfrutaron las afamadas aguas termales de Alhama de Granada, le valieron a Baño Viejo su declaración como Monumento Histórico Nacional por decreto de 3 de junio de 1931, declarando monumentos Históricos-Artísticos, pertenecientes al Tesoro Artístico Nacional, los que se indican; lo que supuso su carácter de Bien de Interés Cultural²⁷. Además, el día 7 de junio de 2011, se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz la modificación de la delimitación del Bien de Interés Cultural, con la tipología de conjunto histórico, de la población de Alhama de Granada mediante el decreto 192/2011, de 7 de junio, BOJA n.º. 126 de 29 de junio de 2011. En esta reforma se incluye el Balneario por ser un referente cultural del municipio y por su vinculación histórica con la población (representaciones históricas, como la famosa de Jorge Hoefnagel recogida en “Civitates Orbis Terrarum”, 1565), representa la ciudad y los baños en el mismo plano.

Por tanto, el uso de estas aguas termales data de tiempos inmemoriales. Los enfermos acudieron a esta región a lo largo de las centurias pasadas buscando en sus aguas una fuente de salud. El Balneario también fue lugar de descanso para políticos y personajes destacados de la corte nazarí. Viajeros musulmanes ilustres como Ibn Batutah, Al-Basit o Aljathib dejaron constancia en sus escritos de la existencia de estas aguas termales. Además, la descripción de Jeronim Münzer en 1497 refleja la importancia de este balneario. En el “Civitates Orbis Terrarum” (1565) se afirmaba que fue lugar de retiro real y, en 1885, Alfonso XII se alojó en estas dependencias tras su visita a la región²⁸. De esta forma, las famosas aguas termales de Alhama de Granada se convirtieron en el mayor referente cultural de estas tierras, como lo evidencia que otorgue nombre a toda la comarca²⁹.

En la actualidad, el aprovechamiento de las aguas mineromedicinales del balneario de Alhama de Granada está condicionado por el vigente conflicto jurídico entre los diferentes actores territoriales implicados, lo cual viene a desvirtuar su uso, como a continuación se pondrá de manifiesto.

²² Arcos Sánchez, 2018.

²³ Manzano Martos, 1958.

²⁴ Villanúa Fungairiño, 2002.

²⁵ Raya Retamero, 2009.

²⁶ Villanúa Fungairiño, 2002. Raya Retamero, 2009.

²⁷ Raya Retamero, 2009.

²⁸ Raya Retamero, 2009.

²⁹ Pinos, Maroto y Navarro, 2017.

Análisis de los conflictos por el régimen jurídico y la titularidad de las aguas

Los constantes litigios sobre la utilización del remanente de las aguas del balneario de Alhama mantienen en conflicto a las distintas partes posicionadas que se concretan en la empresa *Balnearios Alhama de Granada S.A.*, por un lado y, en el Ayuntamiento del municipio y sus ciudadanos, por otro. De modo que a lo largo del presente epígrafe analizaremos la normativa por la que se rige esta materia, a fin de arrojar algo de luz sobre esta cuestión que mantiene al pueblo de Alhama dividido entre aquellos que abogan por la titularidad pública del excedente del manantial termal y los que propugnan la gestión privada por la empresa anteriormente señalada.

Antes de comenzar, hemos de señalar que el día 6 de mayo de 2015 tuvo lugar la “Exposición pública del informe jurídico relativo al manantial termal de Alhama de Granada” encargado por el Ayuntamiento de la localidad³⁰, en el cual el autor señalaba que la titularidad de las aguas era pública, con base en la normativa vigente y a distintos hechos históricos, entre los que se encuentra su cesión por los Reyes Católicos al pueblo alhameño en el año 1495.

Controversias y complejidad en la titularidad de las aguas termales según la legislación vigente

En relación a la normativa existente sobre la cuestión, dos son los textos que han de tenerse en cuenta a la hora de intentar esclarecer la cuestión sobre la propiedad de las aguas del balneario de Alhama: en primer lugar, la ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas y el real decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Este último, en su Disposición Derogatoria única deja sin efecto la Ley de Aguas 29/1985, de 2 de agosto, la cual a su vez derogaba la anterior de 13 de junio de 1789, así como los arts. 407 a 425 del CC, por tener estos últimos una concepción distinta de la propiedad del agua. De forma que en el año 1985 se introdujo el concepto de ciclo hidrológico del agua. En el Preámbulo de dicha Ley, se identifica el agua como recurso unitario, subordinado al interés general y puesto al servicio de la nación, de-

biendo estar disponible no solo en la cantidad necesaria sino también en la calidad precisa. Así las cosas, continúa señalando que el agua solo dispone de una calificación jurídica, como bien de dominio público estatal, cuya aprobación se produjo un año después por real decreto 849/1986, de 11 de abril, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la ley 29/1985. Anteriormente, la primera se caracterizaba por el concepto de propiedad del suelo, entendiendo el agua como elemento accesorio al terreno. Por ello, cuando aquel era de propiedad privada y nacía o corría agua, inmediatamente se entendía que era parte del mismo y pertenecía a su dueño; sucediendo igual al contrario, es decir, si el suelo era de propiedad pública, las aguas también tenían tal naturaleza (Capítulo II “Del dominio de las aguas vivas, manantiales y corrientes” del Título I “Del dominio de las aguas terrestres” de la Ley de Aguas de 1879). Esto se conoce como “derecho de accesión”, por el cual una cosa se adhiere a otra, por obra natural o artificial para integrarse ambas en un solo cuerpo. Este principio continúa vigente en la actualidad, recogándose en el art. 353 CC, en el que se prevé tanto la accesión natural como artificial. En tal sentido, el dueño de la cosa principal (en este caso, el suelo) se hace dueño de la cosa accesoria, el manantial.

Volviendo nuevamente a la normativa de nuestro interés (Leyes de Minas de 1973 y de Aguas de 2001), hay que señalar que la concepción de la titularidad diverge mucho entre ambas. La primera, en el apartado uno de su art. 23, realiza una clasificación de las aguas minerales en: mineromedicinales y mineroindustriales, entendiendo por aquellas, “las alumbradas natural o artificialmente que por sus características y cualidades sean declaradas de utilidad pública”. Igualmente, en el apartado dos, establece que las aguas termales son “aquellas cuya temperatura de surgencia sea superior en cuatro grados C a la media anual del lugar donde alumbren”. Además, en su artículo dos establece el dominio público de “todos los yacimientos de origen natural y demás recursos existentes en el territorio nacional, mar territorial y plataforma continental”, de modo que el Estado podrá asumir o ceder su investigación y aprovechamiento. No obstante, en el apartado segundo del susodicho precepto, deriva la cuestión del dominio de las aguas al Código Civil y las Leyes especiales, añadiendo “sin perjuicio de lo que establece la presente Ley en orden a su investigación y aprovechamiento”. Por su parte, el real decreto legislativo 1/2001, en su art. 1.5, vuelve a remitir a la legislación anterior, al concretar que “las aguas minerales y termales se regularán por su legislación

³⁰ Recurso electrónico obtenido de la Web: <https://alhamadegranada.info/news/>, recuperado el día 15 de agosto de 2021.

específica”. Esta doble remisión plantea serias dudas, no esclareciendo la titularidad de este tipo de aguas. Es más, la doctrina mayoritaria señala que, al no existir en España una normativa común que regule las aguas termales y mineromedicinales y la autorización de su uso, el régimen jurídico de las mismas continúa siendo problemático, a pesar de que su explotación y comercialización sea relevante desde el punto de vista económico, en tanto son consideradas como recursos mineros³¹.

La jurisprudencia del Tribunal Supremo se ha pronunciado sobre este punto, entendiendo que la propiedad se remite a la legislación de Aguas, mientras que el aprovechamiento a la de Minas. En dicha línea, la STS (Sala de lo Contencioso-Administrativo, Sección 5ª) de 9 de junio de 2003, determina que, en definitiva, “es la Ley de Minas la que, en su artículo 2.2, reenvía a la Ley de Aguas todo lo relativo al dominio de las aguas, de modo que, a partir de la entrada en vigor de esta última ley 29/1985, de 2 de agosto, todas las aguas continentales son públicas con las singularidades, en cuanto al respeto de situaciones preexistentes, recogidas en sus Disposiciones Transitorias”, añadiendo que “al cambio sustancial introducido por la vigente Ley de Aguas no son ajenas las aguas minerales y termales, que sólo en cuanto a su aprovechamiento, pero no en lo que a su titularidad dominical se refiere, se rigen por lo establecido en la Ley de Minas, según lo dispuesto concordadamente por los artículos 1.4 de la primera y 2.2 de la segunda”. Esta confusa remisión es deudora de la tensa historia legislativa y política, de reacciones liberales y conservadoras de la España del siglo XIX³², tal como se puso de manifiesto³³.

A tenor de lo establecido en la Ley de Minas vigente, el aprovechamiento de las aguas termales sería de dominio público. Sin embargo, teniendo en cuenta la remisión realizada por esta norma, habría que tener en cuenta además el Reglamento General para el Régimen de la Minería y, dentro de la segunda, el Estatuto de Explotación de Manantiales de Aguas Mineromedicinales, aprobado por el real decreto ley de 25 de abril de 1928. El título I de este último “de la propiedad de las aguas mineromedicinales y de sus derechos y obligaciones”³⁴ quedó derogado por la Ley de Minas de 1973

en su Disposición Final 5.1.b), por lo que en este sentido, habremos de estar nuevamente a lo dispuesto en esta última, en la que se considera expresamente como recurso minero y más específicamente como aguas minerales en su art. 30, “las aguas termales que sean destinadas a usos terapéuticos o industriales”. Igualmente, en el apartado primero letra a) del susodicho precepto, se definen como “minero-medicinales, las alumbradas natural o artificialmente que, por sus características y cualidades, sean declaradas de utilidad pública”. Qué duda cabe que las aguas termales de Alhama de Granada, por sus múltiples cualidades beneficiosas para la salud quedan incluidas en este precepto³⁵.

Además, esta Ley en su Título I vuelve a resaltar el dominio público de todos los recursos mineros y mantiene la concesión administrativa como institución tradicional y principio básico del ordenamiento minero. Así las cosas, por tratarse de bienes de dominio público, el Estado podrá explotarlos o ceder su aprovechamiento a terceras personas. En este sentido, debemos de tener en cuenta que la competencia en materia de minería le corresponde al Estado (art. 149.1.25° CE) pero en la del agua existe reparto competencial entre aquel y las Comunidades Autónomas (el Estado tiene competencia exclusiva únicamente si el recurso hidráulico discurre por más de una Comunidad Autónoma, según el art. 149.1.22° CE), por lo que en nuestro caso concreto, además de la normativa señalada, habría que tenerse en cuenta la ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía, puesto que en el apartado segundo del art. 2 incluye dentro del ámbito de aplicación de esta Ley “las aguas minerales y termales, que forman parte del dominio público en los términos que establece la legislación básica de aguas y minas”.

El caso de Alhama de Granada

En vista de lo desarrollado hasta ahora y, bajo la hipótesis de que, tanto las aguas como los recursos mineros son de dominio público, la titularidad del agua termal de Alhama de Granada tendría dicha naturaleza. Sin embargo, las que en el momento de entrada en vigor de la normativa que cambia el paradigma con respecto a la anterior que sostenía la privacidad de la titularidad, eran de propiedad privada, debían mantenerse como tal. El caso de este municipio es bastante particular, puesto que el uso del agua, como se puso de manifiesto, data

³¹ Garrido, 1963. Villar, 1980. Moreno, 2002. Perdigo, 2004. Barriobero, 2006. Nogueira, 2009. Alvim-Carvalho y Navarro-García, 2019.

³² Bermúdez Sánchez, 2007.

³³ Sobre este devenir legislativo, véase en mayor profundidad Bermúdez Sánchez, 2007.

³⁴ Al igual que ocurría con la normativa de aguas de 1879, en su art. 3 el real decreto mantenía una concepción privada de la propiedad.

³⁵ Autor desconocido, 1989, 5-8.

de tiempos inmemoriales pues ya se le presumía tanto a romanos como a árabes y los Reyes Católicos cedieron el Balneario al Consejo de Alhama en 1495 mediante la “Carta Real de Merced”, en la que se hacía constar expresamente “la merced, gracia y donación pura, perfecta y no revocable de los baños de dicha ciudad, como propios de ella y para que pueda tener y poseer y hacer de ellos propios de la ciudad”³⁶. Así, el régimen jurídico daba derecho a los vecinos para poder disfrutar de baños gratuitos (derecho comunal). Además, la consideración de utilidad pública de las aguas termales de Alhama de Granada se hace patente en la Gaceta de Madrid de 10 de abril de 1870, por *Acuerdo de la Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimiento Penales*. A pesar de ello, con el tiempo se ha ido restringiendo a los vecinos del derecho al aprovechamiento de las aguas termales, en favor de concesiones privadas. En esta línea, un hito de gran trascendencia que tuvo lugar en el año 1830 fue la Venta a Censo³⁷, en la que el Ayuntamiento procedió a la transacción del Balneario y sus instalaciones. Para que la misma tuviera lugar, se dispusieron una serie de condiciones, entre las cuales se incluía el derecho de disfrute gratuito de los vecinos. De modo que únicamente se cede la gestión o administración del balneario a la empresa privada. Por otro lado, el 24 de octubre de 1955 se inscribe la Finca del Balneario en el Registro de la Propiedad³⁸. Este proceso parece haberse realizado de forma fraudulenta, puesto que no se respeta el régimen jurídico del Censo, ni se dio aviso al Ayuntamiento como codueño del balneario para ejercer sus derechos³⁹. Por tanto, ante visos de ciertas irregularidades, la propiedad del balneario no debería ser privada, sino pública, tal como solicita el Ayuntamiento y la Plataforma vecinal del Agua Caliente respaldados además por el Defensor del Pueblo. Este último, declara que nos encontramos ante un bien público comunal, apareciendo como tal incluso en el citado Censo de 1830⁴⁰. Para afirmar esto, el Defensor del Pueblo se basa en tres documentos: la ya mencionada Carta de Merced de los Reyes Católicos firmada el 10 de noviembre de 1495, el capítulo dedicado al Balneario de Alhama en el Diccionario Geográfico de Madoz y el Censo de 1830 por el que se confirma que la “venta a censo” enajenaba el dominio útil de la hospedería y el mesón, pero no el manantial. Este derecho se entiende respetado hasta el año 2001, cuando se produ-

ieron los primeros cortes del agua termal en las pozas exteriores. Más en concreto, ha de indicarse que hasta la Ley de Desamortización de 1855 no se hacía distinción entre los bienes comunales, es decir, aquellos que han sido utilizados desde siempre por los vecinos y los bienes de propios, los cuales constituyen una evolución de aquellos. A medida que la Reconquista avanzaba, las tierras conquistadas se fueron repoblando y los vecinos hacían uso de los bienes de esos lugares (montes y aguas) sin contraprestación. Conforme avanzaba el siglo XIX y los ciudadanos se empezaron a organizar en municipios, los bienes comunales empezaron a registrarse y dirigirse por los Consejos Municipales. Por tanto, no existía una distinción jurídica entre los bienes comunales y los de particulares hasta el año 1855. En consecuencia, cuando se produjo la Venta a Censo no existía esa figura, todos los bienes eran comunales⁴¹. Dichos bienes son por definición “imprescriptibles, inembargables e inalienables”, no pudiéndose adquirir por prescripción. A pesar de todo, la pretensión de la empresa se ha dirigido hacia la privatización desde 2001, puesto que, a partir de este año, corta las aguas que se vertían a las pozas de las que disfrutaban los vecinos y en las que estos ejercían su derecho de aprovechamiento. También el Balneario instó la aprobación de un perímetro de protección, obtenido por Resolución del Director General de Industria, Energía y Minas, de la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico el 1° de marzo del citado año. De forma tal que el régimen jurídico de las aguas termales se deja en manos de los titulares de las fincas en las que se aprovechaban las virtudes curativas de las aguas termales, entendiéndose vinculadas a dichas fincas, en lugar de los propietarios de las aguas, esto es, los vecinos⁴². En este caso, de Alhama de Granada.

En este punto, a la vista de la normativa que rige la materia y dada la naturaleza de las aguas como bien público y comunal, se puede plantear su recuperación. Además, la inscripción en sí misma no otorga la propiedad ni la titularidad de las aguas, únicamente una presunción *iuris tantum* por la que se establece que los datos que se tienen en el Registro son ciertos y auténticos sobre la titularidad y el ejercicio del derecho. Por tanto, se admiten pruebas en contrario y procedimientos contradictorios judiciales en los que se llega a la conclusión de que siendo aguas de carácter público se podría anular la inscripción. Empero, la parte contraria sostiene que, con la desamortización, el balneario se vendió en

³⁶ Villanúa Fungairiño, 2002.

³⁷ Raya Retamero, 2009.

³⁸ Bermúdez Sánchez, 2007, 97 y 98.

³⁹ Bermúdez Sánchez, 2007, 97 y 98.

⁴⁰ Arenas, 2008. Bermúdez Sánchez, 2007, 2-4.

⁴¹ Arenas, 2008.

⁴² Bermúdez Sánchez, 2007, 98-99.

subasta pública al único postor, quien fallece en el año 1884 sucediéndole en la propiedad del balneario, su hija y, una vez fallecida esta, sus descendientes mantienen el régimen de la propiedad y explotación del establecimiento termal. Fue en 1944 cuando constituyeron la empresa “Balnearios de Alhama de Granada S.A.”, con escritura pública otorgada ante notario en Málaga.

En otro orden de cosas y sin ahondar más en el debate sobre si la inscripción del balneario presentó o no algunas irregularidades, hemos de tener presente que, como ya hemos indicado, las aguas en 1830 tenían carácter público y, por tanto, su titularidad también era de dicha naturaleza. A pesar de ello, la Disposición Transitoria Primera de la Ley de Aguas de 1985 establecía que quienes fueren titulares de aprovechamientos de aguas públicas por la Ley de 1879, por concesión administrativa o prescripción (como ocurre en este caso), así como de autorizaciones de ocupación o uso del dominio público estatal, seguirán disfrutando de sus derechos. Es decir, la Ley admite la existencia de aprovechamientos privados –aun cuando reconoce la titularidad pública de todas las aguas– presentando un uso especial con determinadas limitaciones en su ejercicio como el ajuste del caudal a lo estrictamente necesario. Esto se debe al reconocimiento del recurso hidráulico por la vigente Ley de Aguas como escaso, por lo que su uso ha de ser sostenible y su aprovechamiento se permite en comunidades de varios usuarios, con lo que se pretende garantizar la mayor eficacia y sostenibilidad. Lo que no se permite es un corte del caudal, un recorte del derecho, pero sí un doble uso o uso plural del recurso, siempre y cuando no se menoscabe el uso privativo.

En dicho sentido, el balneario de Alhama de Granada tiene un caudal de agua suficiente, tanto para el balneario como para un segundo uso. En este último caso, el de las pozas termales de uso público, cuya utilidad pública se concedió en el año 1869. Por tanto, la norma permite la posibilidad de entrar, a partir de la Disposición Transitoria Primera, a regular los usos totales que están siendo utilizados por el balneario para que el excedente pudiese ser atribuido a los vecinos en lugar de verse directamente al río. En consecuencia, es por esta vía por la que se podría recuperar parte de los aprovechamientos de las aguas termales. Por todo lo expuesto hasta ahora, entendemos que el aprovechamiento de las aguas termales de Alhama de Granada, corresponde a la empresa privada que las gestiona, mientras que su propiedad es de los vecinos del municipio y del Ayuntamiento, por lo que aquella no puede cortar el suministro del agua a las pozas, puesto que los vecinos tienen derecho a utilizarlas (Imagen 4).

Imagen 4. Pozas de agua caliente de Alhama de Granada



Fuente: Fotografía de los autores.

El papel de la Plataforma Aguas Calientes, ¿un conflicto estancado?

En la elaboración de este epígrafe y el siguiente se han utilizado cuatro fuentes de información: a) consulta a algunos componentes de la Plataforma por el Agua, que se creó con la intención de lograr recuperar los derechos de los ciudadanos de Alhama de Granada sobre las aguas termales; b) entrevistas a agentes clave de la localidad (población local y una empresaria de turismo rural del municipio); c) una entrevista semiestructurada al alcalde de la ciudad de Alhama de Granada en 2020⁴³ para conocer la importancia del balneario en la realidad del municipio; y d) revisión de noticias publicadas en los últimos años en la prensa nacional y provincial sobre la temática. La información extraída en trabajo de campo se ha completado y cotejado con la procedente de fuentes oficiales como el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) y el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Los estudios sobre el balneario de Alhama de Granada evidencian que el cambio de titularidad de las aguas termales se produce en el siglo XIX, “cuando el balneario en teoría se vendía a censo reservado en 1830”⁴⁴. Por otro lado, en la memoria colectiva de la población mayor alhameña prevalece el recuerdo que durante la Guerra Civil Española, los vecinos de Alhama de Granada lograron que el dueño del balneario, D. Rafael Ros, no fuese fusilado, lo que propició que, en agradecimiento, le cediera a la población unas pozas fuera del recinto, donde se vertían las aguas que se usaban en los baños.

⁴³ Maroto, Pinos, Navarro y Cejudo, 2020.

⁴⁴ Raya Retamero, 2009.

Existe también la convicción de que se inmatriculó de manera fraudulenta de la finca en el año 1949, lo que permitió certificar su propiedad y su rehabilitación para fines turísticos. Lo anterior no impidió que se siguiese permitiendo utilizar el agua de las pozas antes citadas, por parte de la población local, que se beneficiaba de sus propiedades para mejorar determinadas dolencias especialmente frecuentes en la vejez, artritis, artrosis, reuma, etc.

Los problemas recientes entre la empresa del balneario y una gran parte de la población alhameña se inician en el año 2001, cuando las actuales propietarias, hijas de un ex presidente del Tribunal Superior de Justicia de Andalucía, decidieron cortar el agua de las pozas, lugar que tradicionalmente habían utilizado los vecinos para bañarse.

El malestar provocado, favoreció la organización vecinal en la "Plataforma Aguas Calientes" que se llegó a plantear el tema de la titularidad de las aguas termales, y tras realizar diversas gestiones, llegaron a la conclusión que fueron usurpadas de manera ilegal. Esta conclusión les llevó a impulsar una intensa campaña para lograr restablecer su titularidad pública comunal.

Entre las medidas adoptadas pueden destacarse las siguientes: petición de un informe sobre el carácter público de las aguas a la Diputación de Granada que les dio la razón. También la interposición de un contencioso administrativo en 2004, contra la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía, por la concesión de Perímetro de Protección de la Empresa Balnearios, que autorizó la colocación de una valla de policía que solicitó la empresa del balneario, y contra la que el Ayuntamiento no actuó incurriendo en una presunta ilegalidad, según denuncia la Plataforma, que también ganó. Sobre este particular es de interés la intervención grabada en 2014 de D^a Dolores Iglesias Maiztegui, concejala del Ayuntamiento durante el periodo 2003-2011⁴⁵. También resulta destacable el informe emitido en 2008 por el Defensor del Pueblo español, del que se infiere que las aguas termales de Alhama de Granada son comunales:

"Este título de aguas termales comunales, debe ser respetado de conformidad con la Disposición Transitoria Segunda de la Ley de Minas de 1973. Ni la inscripción de 1949 en el Registro del Censo Industrial Minero del entonces Distrito Minero de Granada-Málaga, ni la Resolución de 9 de marzo de 1977 de la entonces Delegación Provincial del Ministerio de Industria, ni la Resolución de 1 de marzo de 2001 (de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía), respetan tal régimen jurídico, incurriendo en clara nulidad. Esta última confunde al titular de los aprovechamientos de las aguas termales, que no son otros que los vecinos de Alhama de Granada, con el titular registral de la finca"⁴⁶.

En 2009 se hace pública una sentencia de la Sala de lo Contencioso Administrativo que solicitó el derribo inmediato de la valla de policía instalada por petición de la empresa Balnearios S.A en el año 2001 y que fue denunciada por las presiones vecinales a través de la Plataforma.

En la actualidad el conflicto está estancado. A pesar de las pruebas a favor de que las aguas termales son comunales y que la titularidad de sus aprovechamientos corresponde a los vecinos de Alhama, el carácter no vinculante de esta resolución, impide hacerla efectiva. Las protestas vecinales hicieron que la empresa denunciara a varios miembros de la Plataforma, por acoso y diversos daños a la propiedad privada, que presuntamente afectaron negativamente al funcionamiento del establecimiento termal. El juicio que se derivó contra cinco miembros de la Plataforma, aunque no generó ninguna consecuencia penal, sí que produjo preocupaciones que fueron valoradas de enormes e injustas, por parte de las personas afectadas, la mayoría de avanzada edad, hoy algunos fallecidos, pero con su lucha aún presente.

También es generalizada la creencia, que se evidencia en intervenciones en plenos del Ayuntamiento, de que ha existido por parte de los diferentes gobiernos municipales, una dejación de funciones para llegar hasta el final en este tema. Se afirma por parte de miembros de la Plataforma que debería ser el Ayuntamiento quien llevara el caso al Tribunal Supremo, vía que según afirman supone pagar una fianza de unos seiscientos mil euros. Esta cuantía ha desincentivado las gestiones de los miembros de la Plataforma y no ha sido, hasta la fecha, asumida por el Ayuntamiento.

⁴⁵ Intervención de D^a Dolores Iglesias Maiztegui (Concejala de IU entre 2003 y 2011) en el Pleno Municipal del Ayuntamiento de Alhama de Granada de 27 de noviembre de 2014, en el turno de Intervenciones del público, hablando sobre las Aguas Termales de Alhama de Granada, y la moción presentada por el Grupo Municipal de IU "Recuperación de las aguas termales" aprobada por unanimidad del Pleno <https://www.youtube.com/watch?v=Ml2z35CQK9o>

⁴⁶ Arenas, 2008.

Un logro que sí alcanzaron las reivindicaciones de la Plataforma fue el traslado de la valla a un lugar diferente al que inicialmente tenía y que impedía el acceso a las pozas de agua mineromedicinal, sobrantes del balneario. Sin embargo, hay quejas que indican que se ha reducido significativamente el caudal y la temperatura del agua mineromedicinal que llega a las pozas, haciendo que se estanque y que en la zona de las pozas exista mal olor y abunden los insectos, desincentivando el baño de los locales y de un gran número de forasteros, atraídos por la propaganda que existe en las redes sociales sobre la belleza y características del lugar. También se consiguió la ampliación del periodo en que debería estar abierto el balneario. Si antes del conflicto lo estuvo de mayo a octubre, las denuncias de la Plataforma de infrautilización del recurso, favorecieron su ampliación al periodo que va de Semana Santa a noviembre, algo que supone una mejora para la economía del municipio.

Influencia del conflicto jurídico en el desarrollo turístico de Alhama de Granada

Como se deriva de los epígrafes anteriores, la imprecisión en la propiedad impide la explotación plena del recurso. En el municipio objeto de estudio no existe un aprovechamiento eficaz del recurso balneario por varias razones. En primer lugar, la gestión que se hace del establecimiento y sus aguas por parte de los gerentes/propietarios actuales es un tanto ineficiente si atendemos a las potencialidades objetivas del recurso (caudal del manantial, posición geoestratégica del establecimiento, calidad medioambiental del enclave). En segundo lugar, los intercambios positivos entre el balneario y el municipio son muy limitados. La sinergia transferida al pueblo podría reforzarse y, sin embargo, se ve lastrada por la falta de colaboración y entendimiento entre ambos. Una relación basada en la bidireccionalidad resultaría más beneficiosa tanto para el balneario como para el municipio, pues los beneficios podrían ser más voluminosos en términos cuantitativos y desde un punto de vista cualitativo.

Esta casuística actual afecta al desarrollo turístico del municipio pues el recurso queda infrautilizado y, por tanto, el desarrollo local potencial se ve mermado. Como sucede en otros lugares del territorio español, el caso de Alhama de Granada podría ser un ejemplo de buenas prácticas si la gestión municipal y la directiva

del balneario confluyeran de la forma en la que se hace en villas como la de Mondariz, un auténtico ejemplo de villa termal en la que se aprovecha el potencial del agua mineromedicinal. Otro ejemplo lo constituye el pequeño municipio de Guitiriz, donde la población local se identifica y espera expectante la próxima, y reciente, apertura de su balneario pues lo ven como una oportunidad de desarrollo. Si buscamos un ejemplo a nivel andaluz cabría citar el caso de Graena (Granada), donde la propiedad del balneario pertenece al ayuntamiento y este la tiene cedida en concesión a una empresa especializada.

Además, los entrevistados resaltan la infrautilización puesto que el manantial es un Bien de Interés Cultural (BIC), inscrito desde el año 1931 (Gaceta de 4 de junio), que no se puede visitar cuando se encuentra cerrado el Balneario. Es evidente que, como bien protegido por esa forma jurídica de protección del patrimonio histórico español, la población tiene derecho a visitarlo. Sin embargo, refiriéndose al conjunto de los BIC, Gallego Gómez, afirma que “aún hoy el grado de reclamación por parte de la mayoría de los ciudadanos de este derecho es muy bajo, ya sea por desinformación o por desidia, una situación que parece presentar signos de mejora gracias a la proliferación de asociaciones de defensa del Patrimonio Histórico en la última década”⁴⁷.

En la actualidad, el balneario de Alhama como muchos otros balnearios andaluces, no constituyen un motor económico para los municipios en los que se encuentran⁴⁸. Esta afirmación se deriva de las respuestas dadas por las corporaciones locales de los municipios con balneario de Andalucía, en el caso de Alhama de Granada el 6 de mayo de 2020. Del análisis del cuestionario se desprende que el consistorio tiene plena conciencia, aunque las medidas de gestión estratégica son una cuestión pendiente, máxime en un contexto de despoblación rural. Como se puede comprobar con fuentes estadísticas oficiales, estamos ante un municipio rural con una dinámica demográfica decreciente en lo que llevamos de siglo. Esa dinámica es consecuencia del crecimiento vegetativo negativo, explicado por la elevada mortalidad derivada del fuerte envejecimiento de su población. A lo anterior se une una salida de la población joven, que busca oportunidades laborales fuera, circunstancia que hipoteca el futuro del municipio y

⁴⁷ Gallego Gómez, 2017.

⁴⁸ Maroto, Pinos, Navarro y Cejudo, 2020. Alvim-Carvalho, Escalera-Reyes y Navarro-García, 2022a.

evidencia que su estructura productiva precisa ser diversificada, ya que está excesivamente concentrada en el sector agrario. En este contexto, el recurso turístico balneario podría resultar un agente clave de diversificación productiva pues cuenta con una gran capacidad de atracción turística⁴⁹.

Otra cuestión que se ve resentida por el conflicto Ayuntamiento-Balneario es que no está contemplada la posibilidad de integrar al municipio y el establecimiento dentro de alguna red termal de carácter supra-municipal que posibilite la obtención de sinergias. No obstante, es preciso recordar que en Alhama de Granada se creó un Observatorio de Termalismo que tuvo un recorrido muy corto en cuanto a actuaciones y que podría haber logrado favorecer el desarrollo turístico del municipio a escala no solo nacional sino también internacional.

Especialmente relevantes fueron las respuestas que ofreció el Ayuntamiento sobre la incidencia del turismo en el empleo y en la economía del municipio: entre el 9 y el 12 % para ambas variables. Estas cifras son muy bajas, teniendo presente la importancia de las aguas, el carácter histórico-artístico del balneario y los patrimonios cultural y ambiental del término municipal. Sorprende que el Ayuntamiento considere que la actividad del balneario sólo ocupa la décima posición, en cuanto a importancia, en la economía municipal y la octava en cuanto a generación de empleos⁵⁰. No obstante, una parte de la población local se beneficia directamente del balneario, pues unas cincuenta personas son empleadas en el establecimiento durante los meses de apertura. En relación a la calificación que otorgarían a la vinculación de los habitantes del municipio con el balneario la respuesta fue “Mala, no tienen facilidades para visitarlo todo lo que les gustaría”. Señalaron también que la relación entre el Ayuntamiento y las propietarias/gestores del balneario es “escasa”, aclarando que “no existe ningún plan o medida concreta para potenciar el turismo termal por parte del Ayuntamiento”⁵¹.

Por otro lado, la empresaria de turismo rural del municipio entrevistada da una clave importante que explica la infrautilización de este recurso. Se trata de la constatación de que existe un importante flujo de personas durante todo el año, también cuando el balneario está cerrado, que conocen a través de internet las aguas y las pozas, el entorno en que se encuentran y

que deciden visitarlas, fundamentalmente durante los periodos vacacionales, puentes y fines de semana. El haberse cerrado el acceso a ellas en algunos periodos y reducido el caudal en otros, ha generado malestar entre los turistas, ha reducido su visita y ha generado una mala imagen del municipio⁵².

En síntesis, el balneario y sus aguas son un recurso con un gran valor histórico artístico, que se encuentra infrautilizado, entre otras razones por la falta de cooperación entre ayuntamiento y establecimiento. Las actuales relaciones han empeorado, como se ha comentado, por el contencioso derivado de haber dificultado la empresa el uso tradicional por los vecinos del agua sobrante en las pozas, propiciando la reclamación de la propiedad comunal de las aguas. En este contexto, es importante crear las condiciones necesarias para que el balneario se convierta en un motor de desarrollo sostenible del municipio, no sólo mejorando la economía y el empleo en Alhama, sino también potenciando la cultura e identidad local. El balneario y la ciudad no deberían continuar perdiendo la oportunidad de establecer sinergias efectivas y productivas.

Conclusiones

La pugna actual por el régimen jurídico y la titularidad de las aguas que existe entre el Ayuntamiento de Alhama de Granada y la empresa *Balnearios Alhama de Granada S.A* está condicionando el aprovechamiento del recurso. El uso histórico de las aguas, determinado por su localización geoestratégica y su naturaleza, ha otorgado al municipio de Alhama una identidad territorial vinculada al agua que no siempre ha sido gestionada de la forma más eficiente posible. La utilización del bien hídrico ha generado desacuerdos entre las partes implicadas que se traducen en nuestros días en una infrautilización de las aguas mineromedicinales. Esta falta de aprovechamiento resulta especialmente perjudicial en un contexto en el que el termalismo podría generar múltiples beneficios.

El litigio existente entre el Ayuntamiento (haciéndose extensible también a los vecinos) y el balneario por la titularidad de las aguas, ha de resolverse lo antes posible, a fin de evitar los perjuicios que ello conlleva al pueblo alhameño. Teniendo presente la legislación vigente y la tradición histórica, el balneario no puede cortar el agua que se vierte a las pozas, puesto que los

⁴⁹ Pinos Navarrete, Shaw y Maroto Martos, 2020.

⁵⁰ Entrevista, 6 de mayo de 2020.

⁵¹ Entrevista, 6 de mayo de 2020.

⁵² Entrevista, 2 de septiembre de 2022.

vecinos tienen derecho a su uso y disfrute, cediéndose únicamente a la empresa la gestión y administración del balneario. La progresiva privatización de este recurso no es de recibo, por lo que ha de volverse a la situación en la que el Ayuntamiento era cotitular del mismo. No obstante, en última instancia, será la judicatura la que determine sobre dicha propiedad y tenga que resolver el litigio existente entre el Ayuntamiento de Alhama y la empresa explotadora del balneario.

La falta de entendimiento entre Ayuntamiento y Balneario debilita las relaciones de colaboración entre ambas partes y por tanto las posibles sinergias que pudieran derivarse en el aprovechamiento del recurso. Los dos grandes actores territoriales implicados se necesitan mutuamente para la promoción, difusión y captación de potenciales visitantes al municipio y su balneario. Estos visitantes pueden ser transferidos, para aprovechar la totalidad de los recursos turísticos de Alhama, una vez que llegan al balneario o al núcleo urbano indistintamente. Esta colaboración y el trasvase de capital humano es especialmente importante y resultan estratégicos para el desarrollo local del municipio. No se debe olvidar que estamos en un municipio de carácter rural con una tendencia demográfica regresiva, entre otras cuestiones por poseer una estructura productiva poco diversificada. Por tanto, el litigio analizado debe de solventarse lo antes posible con el fin de que tanto el organismo público como el establecimiento turístico consigan que el municipio recupere la hegemonía histórica que lo ha caracterizado en siglos pasados.

Bibliografía

- Alonso Álvarez, L., Vilar Rodríguez, M., y Lindoso Tato, E. (Eds.)** 2012: *El agua bienhechora. Historia de los balnearios de Galicia, 1700-1936*, Alhama de Granada, Observatorio Nacional del Termalismo (España).
- Alonso-Álvarez, L.** 2012: "The value of water: the origins and expansion of thermal tourism in Spain, 1750–2010". *Journal of Tourism History*, 4 (1), 15-34. <https://doi.org/10.1080/1755182X.2012.671373>
- Alonso-Álvarez, L., y Larrinaga-Rodríguez, C.** 2015. "Health tourism and welfare in Southern Europe". *Agua y territorio*, 6, 8-11. <https://doi.org/10.17561/at.v0i6>
- Alvim-Carvalho, F. y Navarro-García, J. R.** 2019. "Fuentes bibliográficas para el estudio de las aguas minero-medicinales y el termalismo en España" en Navarro-García, J. R., y Alvim-Carvalho, F. 2019: *Paisaje y salud: enfoques y perspectivas del termalismo en España*. Universidad de Jaén (España), 21-34.
- Alvim-Carvalho, F., Escalera-Reyes, J., y Navarro-García, J. R.**, 2022a: "Nuevas perspectivas de los estudios en España sobre el termalismo: la sostenibilidad de las comunidades rurales en el punto de mira", en Martín López, M. A. (coord.). *Desafíos, necesidades y oportunidades para el mundo rural. La llamada a la aplicación de los derechos de los campesinos y otras personas que trabajan en el ámbito rural*, Dykinson, Madrid, 487-506.
- Alvim-Carvalho, F., Escalera-Reyes, J., y Navarro-García, J. R.**, 2022b: "Desarrollo sostenible en Alhama de Granada desde el ámbito termal: una lectura crítica tras la gran recesión de 2008", en Martín López, M.A. (coord.). *Desafíos, necesidades y oportunidades para el mundo rural. La llamada a la aplicación de los derechos de los campesinos y otras personas que trabajan en el ámbito rural*, Dykinson, Madrid, 507-534.
- Arcos Sánchez, J. C.** 2018: *Memoria de hidrología médica. Los baños termales de Alhama de Granada*. Granada (España) (inédito).
- Arenas, A.** 2008: "El Defensor del Pueblo ratifica la titularidad pública de las aguas termales", *Ideal*, 12 de noviembre de 2008. <https://www.ideal.es/granada/20081112/provincia/defensor-pueblo-ratifica-titularidad-20081112.html> [Consulta realizada el 17 de octubre de 2021].
- Autor Desconocido**, 1989: "Nuevo Manantial de Aguas Sulfurosas Termales de Alhama de Granada", Imprenta *El Defensor*, Granada (España).
- Barriobero Martínez, I.** 2006: *El régimen jurídico de las aguas minerales y termales*. Murcia, Fundación Instituto Euromediterráneo.
- Bermúdez Sánchez, J.** 2007: *Aguas comunes, minerales y termales: un nuevo enfoque sobre su régimen jurídico*, Comares, Madrid (España).
- Entrevista 1, 6 de mayo de 2020, Alhama de Granada (Granada). Información en el texto.
- Entrevista 2, 2 de septiembre de 2022, Alhama de Granada (Granada). Información en el texto.
- Gallego Gómez, J.** 2017: "El derecho de visita pública en los Bienes de Interés Cultural: Análisis jurisprudencial", *E-rph*, 21, 2017. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/erph/article/view/6723>
- Garrido Falla, F.** 1963: "Naturaleza y régimen de la propiedad de las aguas minero-medicinales". *Revista de administración pública*, 42, 155-168.
- Henn Bonfada, M. R., Branco Bonfada, P. L., Goncalves Gandara, J. M., y Fraiz Brea, J. A.** 2008: "Turismo termal: cambios conceptuales y mercadológicos de los balnearios en España". *Turismo-Visão e Ação*, 10 (3), 415-434. <https://doi.org/10.14210/rtva.v10n3.p415-434>
- Hernández Torres, A.** 2006: "Programa de Termalismo Social del IMSERSO. Prestación balnearia socio sanitaria", en *Técnicas y tecnologías en Hidrología médica e hidroterapia. Informe de Evaluación de Tecnologías Sanitarias*, 50. Instituto de Salud Carlos III de Madrid (España), 203-208.

- Jarrassé, D.** 2002: "La importancia del termalismo en el nacimiento y desarrollo del turismo en Europa en el siglo XIX". *Historia Contemporánea*, 2, 33-49.
- Larrinaga, C.** 2015: "Cestona in the origins of Basque thermalism (1776-1833). The establishment of a bathhouse in Guipúzcoa". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 6, 22-33. <https://doi.org/10.17561/at.v0i6.2807>
- Larrinaga, C.** 2002: "El turismo en la España del siglo XIX", *Historia Contemporánea*, 25, 157-179. <http://hdl.handle.net/10810/37939>
- Larrinaga, C.** 2011: "Termalismo y turismo en la España del siglo XIX", en Barciela, C. et al. (Eds.). *La evolución de la industria turística en España e Italia*. Institut Balear d'Economia, Palma (España), 569-608.
- Lindoso-Tato, E.** 2022: "Balnearios y política turística en España, 1940-1960", *Estudios Turísticos*, 223, 165-190.
- Maluquer de Motes, J.** 1983: "La despatrimonialización del agua: movilización de un recurso natural", *Revista de Historia Económica*, 2, 79-96.
- Manzano Martos, R.** 1958: "El baño termal de Alhama de Granada". *Al-Andalus*, 23 (2), 408.
- Maraver Eyzaguirre, F.** 2006: "La figura del Médico-Director en el Balneario de Lanjarón: siglo XIX", en Maraver, Eyzaguirre, F., (Coord.). *Establecimientos balnearios: historia, literatura y medicina*, Balnea, Universidad Complutense de Madrid (España), 127-146.
- Maroto, J. C., Pinos, A., Navarro, F. A., y Cejudo, E.** 2020: "Dinámicas demográficas de los municipios rurales del Sur de España con balnearios y percepciones de sus alcaldes", en Grupo de Geografía Rural de la AGE (Eds.), *Espacios rurales y retos demográficos: una mirada desde los territorios de la despoblación*, Universidad de Valladolid (España), 391-417.
- Martínez Moure, O.** 2017: "El programa de termalismo social del IMSERSO en clave de futuro". *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 3 (3), 351-363.
- Martínez, O.** 2008: "El Programa de Termalismo Social del IMSERSO: la promoción del turismo activo en la tercera edad a través del agua. El caso de Galicia". *Medicina naturista*, 2 (2), 97-101.
- Moreno Rebato, M.** 2002: "El aprovechamiento de las aguas minerales y termales: el problema del título jurídico habilitante". *Revista de Administración Pública*, 158, Madrid, 415-430.
- Nogueira López, A.** 2009: *Titularidad, competencias y fiscalidad de las aguas minerales y termales. Marco comunitario de protección ambiental*. Aranzadi, Navarra.
- Perdigo, J.** 2004: "Naturalesa i règim jurídic de les aigües minerals". *Revista jurídica de Catalunya*, 103 (1), 67-94.
- Pinos Navarrete, A., & Shaw, G.** 2021: "Spa tourism opportunities as strategic sector in aiding recovery from Covid-19: The Spanish model". *Tourism and Hospitality Research*, 21 (2), 245-250. <https://doi.org/10.1177/14673584209706>
- Pinos Navarrete, A., Shaw, G., & Maroto Martos, J. C.** 2020: "Towards wellness? A case study of the profile of tourists visiting a Southern Spanish Spa". *International Journal of Spa and Wellness*, 3 (1), 40-55. <https://doi.org/10.1080/24721735.2020.1857208>
- Pinos, A., Maroto, J. C., y Navarro, F. A.** 2017: "El balneario de Alhama de Granada. Pasado, presente y retos de futuro", en *Naturaleza, territorio y ciudad en un mundo global*. Asociación de Geógrafos Españoles. III Coloquio Internacional de Geografía Rural (España), 2186-2194.
- Piñar Samos, J.** 2014: "Aguas envasadas, medicinales y usos balnearios", en Titos Martínez, M. (Coord.) *La Provincia de Granada y el Agua*. Granada (España), Diputación Provincial de Granada, 431-459.
- Raya Retamero, S.** 2009: *Historia de los baños termales de Alhama de Granada: de Roma a la actualidad*, Grupo de Investigación Filosofía y Antropología, Universidad de Granada (España).
- Rodríguez Sánchez, J. A.** 2015: "¿Un enemigo del pueblo?: medicina, industria y turismo en España (siglos XIX-XX)". *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 6, 34-43. <https://doi.org/10.17561/at.v0i6.2808>
- Rodríguez Sánchez, J.A.** 2006: "Institucionalización de la Hidrología Médica en España", en Maraver Eyzaguirre, F. (Coord.) *Establecimientos balnearios: historia, literatura y medicina*. Balnea, Universidad Complutense de Madrid, 25-40.
- Van Tubergen, A., & van der Linden, S.** 2002: "A brief history of spa therapy". *Annals of the rheumatic diseases*, 61 (3), 273. <https://doi.org/10.1136/ard.61.3.273>
- Vilar Rodríguez, M.** 2011: "Balnearios, intereses políticos y desarrollo turístico en el noroeste de España: el caso de A Toxa y Mondariz (1874-1935)". *Cuadernos de Historia Contemporánea*, 33, 163-185. https://doi.org/10.5209/rev_CHCO.2011.v33.36670
- Villanúa Fungairiño, L.** 2002: "Balnearios de Alhama de Granada. Historia y generalidades", *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 68, 343-358.
- Villar Ezcurra, J. L.** 1980: *Régimen jurídico de las aguas minero-medicinales*. Madrid, Montecorvo.

Sharing water in the international Tagus River basin: a geopolitical approach to explaining water governance issues in Spain

Compartiendo el agua en la cuenca internacional del río Tajo: un enfoque geopolítico para explicar los problemas de la gobernanza del agua en España

Darío Salinas Palacios

IFG Lab French Institute of Geopolitics (University of Paris 8)
salinaspalacios@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-2064-2476

Información del artículo

Recibido: 16/02/2022

Revisado: 06/02/2023

Aceptado: 11/04/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI [10.17561/at.23.6965](https://doi.org/10.17561/at.23.6965)

ABSTRACT

This paper provides an overview of different policies, political strategies and spatial conflicts on water issues in 21st century Spain, with an illustrating example about the management of the Tagus River. This international river basin, which is shared between Spain and Portugal, must meet the requirements of the Water Framework Directive, as all the river basins in the European Union do. The power granted to Spanish regions, their asymmetric economic development patterns, and the worsening droughts associated with climate change have created a water conflict. This paper shows, through the French geopolitical approach, how water policy in Spain has evolved these last decades and how water scarcity has become a geopolitical representation in certain territories. This study focuses on the territorial observation of power rivalries at different scales, providing new and complementary elements that can help understand water governance challenges in Spain in the years to come.

KEYWORDS: Geopolitics, Tagus River, Spain, Water Framework Directive, Albufeira Convention.

RESUMEN

Este artículo ofrece una visión general de las diferentes políticas y conflictos espaciales en materia de agua en España durante el siglo XXI, con un ejemplo ilustrativo sobre la gestión del río Tajo. Esta cuenca hidrográfica, compartida entre España y Portugal, debe cumplir los requisitos de la Directiva Marco del Agua. El poder otorgado a las regiones españolas, su desarrollo económico asimétrico y el aumento de la severidad de las sequías asociada al cambio climático han creado un conflicto hídrico. Este artículo muestra, a través del enfoque geopolítico francés, cómo la política del agua en España ha evolucionado estas últimas décadas y cómo la escasez hídrica se ha convertido en una representación geopolítica en determinados territorios. Este estudio, centrado en la observación territorial de las rivalidades de poder a diferentes escalas, aporta elementos nuevos y complementarios que ayudan a comprender los retos de la gobernanza del agua en España en los próximos años.

PALABRAS CLAVE: geopolítica, río Tajo, España, Directiva Marco del Agua, Convenio de Albufeira.

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

Partager l'eau dans le bassin international du fleuve Tage: une approche géopolitique pour expliquer les enjeux autour la gouvernance de l'eau en Espagne

RÉSUMÉ

Cet article fournit une vue d'ensemble des différentes politiques, stratégies politiques et conflits spatiaux sur les questions d'eau en Espagne pendant le 21^{ème} siècle, avec un exemple illustrant la gestion du fleuve Tage. Ce bassin fluvial international, partagé entre l'Espagne et le Portugal, doit répondre aux exigences de la directive-cadre sur l'eau, comme tous les bassins fluviaux de l'Union européenne. Le pouvoir accordé aux régions espagnoles, leur mode de développement économique asymétrique et l'aggravation des sécheresses liées au changement climatique ont créé un conflit de l'eau. Cet article montre, à travers l'approche géopolitique française, comment la politique de l'eau en Espagne a évolué ces dernières décennies et comment la pénurie d'eau est devenue une représentation géopolitique dans certains territoires. Cette étude se concentre sur l'observation territoriale des rivalités de pouvoir à différentes échelles, fournissant des éléments nouveaux et complémentaires qui peuvent aider à comprendre les défis de la gouvernance de l'eau en Espagne dans les années à venir.

MOTS-CLÉ: Géopolitique, Fleuve Tage, Espagne, Directive-Cadre sur l'Eau, Convention d'Albufeira.

Partilhar água na bacia internacional do Tejo: uma abordagem geopolítica para explicar as questões de governação da água em Espanha

RESUMO

Este artigo apresenta uma visão geral de diferentes políticas, estratégias políticas e conflitos espaciais relacionadas com questões hídricas em Espanha no século XXI, com um exemplo ilustrativo focado na gestão do Rio Tejo. Esta bacia hidrográfica internacional, que é partilhada entre Espanha e Portugal, tem de cumprir os requisitos da Directiva-Quadro da Água, como é o caso em todas bacias hidrográficas da União Europeia. O poder concedido às regiões espanholas,

os padrões assimétricos de desenvolvimento económico, e o agravamento de secas associadas a alterações climáticas, criaram um conflito hídrico. Este artigo mostra, usando uma abordagem geopolítica francesa, como a política da água em Espanha evoluiu nestas últimas décadas e como a escassez de água se tornou uma representação geopolítica em determinados territórios. Este estudo foca-se na observação territorial das rivalidades de poder a diferentes escalas, fornecendo elementos novos e complementares que ajudam a compreender os desafios da governação da água em Espanha nos anos vindouros.

PALVRAS CLAVE: Geopolítica, Rio Tejo, Espanha, Directiva-Quadro da Água, Convenção de Albufeira.

Condividere l'acqua nel bacino internazionale del fiume Tago: un approccio geopolitico per spiegare i problemi di governance idrica in Spagna

RIASSUNTO

Questo articolo fornisce una panoramica delle diverse politiche, delle strategie politiche e dei conflitti territoriali sulle questioni idriche nella Spagna del XXI secolo, con un esempio illustrativo sulla gestione del fiume Tago. Questo bacino fluviale internazionale, condiviso tra Spagna e Portogallo, deve soddisfare i requisiti della Direttiva quadro sulle acque, come tutti i bacini fluviali dell'Unione Europea. Il potere concesso alle regioni spagnole, i loro modelli di sviluppo economico asimmetrici e l'aggravarsi della siccità associata ai cambiamenti climatici hanno creato un conflitto idrico. Questo articolo mostra, attraverso l'approccio geopolitico francese, come si è evoluta la politica idrica in Spagna negli ultimi decenni e come la scarsità d'acqua sia diventata una rappresentazione geopolitica in alcuni territori. Questo studio si concentra sull'osservazione territoriale delle rivalità di potere a diverse scale, fornendo elementi nuovi e complementari che possono aiutare a comprendere le sfide della governance idrica in Spagna negli anni a venire.

PAROLE CHIAVE: Geopolitica, Fiume Tago, Spagna, Direttiva Quadro sulle Acque, Convenzione di Albufeira.

Introduction

In Spain, water management is currently influenced by strong power rivalries among different stakeholders. Over the last 20 years, Spanish water policy has set not only the main political parties, regions and consumers against one another (golf-related tourism, irrigation communities, agriculture companies, hydroelectric power and water supply companies etc.), but also civil and environmental organizations. Society's perception that water resources are scarce and necessary for economic development or for the protection of river ecosystems makes sharing water a sensitive question in many areas. The main stakeholders involved base the legitimacy of their demands on economic, environmental, and even identity and patriotic arguments (common interest, inter-regional solidarity, etc.)¹. Faced with this scenario, the issue of water management has led to a strong political confrontation to the point that difficulties arise when it comes to approving a National Water Plan (Spanish National Hydrological Plan) implementing the European Union Water Framework Directive (hereafter WFD) or respecting international agreements on transboundary river basins.

For example, the approvals in 2014 of the first Tagus River Basin Management Plan and the second in 2019, which were established by the WFD in 2009 and 2015 respectively, have been blocked due to political tensions about the future of the Tagus-Segura inter-basin transfer. Several Spanish Autonomous Communities (i.e., regions), with their respective regional interests, are confronted with "a minimum environmental flow" to achieve a good ecological quality of water between 2015 and 2027. The Tagus-Segura transfer, operating since 1979, is actually one of the main symbols of national water policy and has stimulated regional development in agriculture and tourism in Southeastern Spain, especially in the Región of Murcia and in the South of Valencia. In addition, the governments of Spain and Portugal are required to fulfill the binding commitments for the international Tagus basin, under the Albufeira Convention signed in 1998.

Rivalries are mainly caused by the idea that water resources are scarce, which reflects an objective situation resulting from recurrent droughts. The climate time series shows that dry periods are longer in the Iberian Peninsula than humid ones. Since 1980, average

rainfall has decreased and drought cycles have been longer (1979-1982, 1990-1995, 2005-2008)². Moreover, according to climatic projections, global warming should exacerbate floods and droughts. Nevertheless, these rivalries also depend on the chosen economic development patterns and their modes of water usage, regardless of which political party is in power. In general, water-scarce regions such as the Mediterranean (Valencia, Murcia and Eastern Andalusia) consider the State as the only "owner" of water resources. Conversely, the inland regions (Aragón and Castilla-La Mancha) that provide water transfers claim protection for their local natural resources from regional authorities.

These significant events show how the issue of water has become geopolitical in Spain, since political strategies on this subject are highly linked to the territories³. The results of negotiations depend on local policies and their articulation at national and EU levels, and not only on environmental issues.

Objectives and methodology

The purpose of this article is therefore to present the French geopolitical approach, which hasn't often been applied to the study of water issues (in Spain). That is, the study of spatial conflicts and political strategies among different stakeholders and across multiple scales. Its principal theorist, Yves Lacoste, set the basis for this scientific approach in the 1970s. He defined geopolitics as the study of power rivalries or influences over a very specific territory and/or the population living there⁴. Unlike the geopolitics oriented towards the production of concepts applied to vast territories, the French method is based on the study of conflicts in more restricted territories; it is a method based on precise knowledge of the terrain. This is why the geopolitical approach incorporates geographical reasoning and physical, economical and human characteristics of the different spaces⁵.

In addition, while political geography places the study of space at its center, the object of geopolitics as it is approached here is not space itself, but the rivalries and maneuvers that antagonistic groups develop in said space. It further compares the analysis of opposing

¹ Salinas Palacios, D., 2016, 534.

² Lorenzo-Lacruz *et al.*, 2013, 8063-8103.

³ Salinas Palacios, 2016, 534.

⁴ Lacoste, 1993, 1680.

⁵ Loyer, 2019, 224.

convictions and the contradictory representations of the different protagonists in the conflict, “geopolitical representations” which have been based on historical events⁶. These different “points of views” about the conflict are usually created by convictions founded on very partial truths, or even lies. Indeed, the stakeholders’ strategies and their articulation on a local, regional and international scale is key. In fact, this spatial analysis at different levels, called *diatopic*, and the mapping of phenomena are tools to discern the changing power relationships and placing them in their context⁷.

More specifically, the term “water geopolitics” is increasingly used to define political rivalries over the sharing of water flows in river basins or even the exploitation of groundwater resources⁸. Such rivalries between different actors are manifested through water works and projects. They can occur between States whose territory is crossed or bordered by a river. For example, the Euphrates-Tigris basin is mostly shared between Turkey (upstream), Syria and Iraq. Since the beginning of the 1960s, the co-riparian States unilaterally initiated large-scale water development projects for irrigation and hydropower in an uncoordinated way, thereby affecting the river flow⁹. The large number of factors which play a part in the eruption of the conflict shows that grievances over water management are not the only sources of conflict in the Euphrates-Tigris basin. This also shows how Turkey, as an upstream State, could instrumentalise water to pressure States located downstream.

Similarly, the sharing of Nile waters between Egypt, Sudan and Ethiopia is a source of conflict due to population growth, recurrent droughts, and declining Nile floods. The Aswan High Dam, built in Southern Egypt by President Nasser in the 1970s, enabled the Egyptian State to develop irrigated agriculture in the desert. However, it increased its dependence on the waters of the Nile, making diplomatic and legal cooperation between riparian countries difficult. Since 2011, tensions between these countries have increased because of the beginning of work on the Grand Ethiopian Renaissance Dam. This major Ethiopian hydropower project is located on the Blue Nile, one of the two major tributaries of the Nile, which supplies 85 % of the water to the Nile during the rainy season. Each adjoining State claims its right to water, dealing with opposing doctrines

(absolute territorial sovereignty, absolute territorial integrity, prior appropriation) in a manner that corresponds with its national interests.

The recurrent treatment of water issues at the international level as a geopolitical conflict, even a violent one, between two or more States hides power rivalries between internal actors. Indeed, they can also happen within the same State, between regions or cities, which plan to take advantage of the water resources of nearby basins. The water distribution and use problems that exist in the Western United States affecting the States that share the water of the Colorado River, such as California or New Mexico, or between urban areas, such as the city of Los Angeles, and the large agricultural areas of Southern California, are a couple of concrete examples of said internal rivalries.

In the case of Spain, water issues have been studied very much from many disciplines, combining different perspectives and study approaches. In general, conflicts between users and regions are usually present as consequence of the spatial unbalance of total renewable resources, water use and demand¹⁰. Water scarcity has been historically linked to dry Southern Spain (400 mm of annual rainfall or less) as opposed to wet Northern Spain (1500 mm of annual rainfall). These climatic factors have made dryland farming predominant in a large part of the territory. This is why the construction of waterworks, such as dams and transfers, seemed to be the only the only solution to progress. The emotional charge of these issues is strong, and it is also a very important cultural and historical reality. In fact, several papers have analysed the water management and hydraulic paradigm in Spain governed by the dominance of hydropower and irrigation-driven development¹¹. Much emphasis has been put on water irrigation as a vital input for agricultural production and, thereby, to increase production and employment¹². But also, emphasis has been placed on the accelerate performance transformation of irrigation districts and improvement in water use efficiency (water reuse, desalinations plants, modern irrigation techniques, water market...) in semi-arid regions of Southeastern Spain¹³.

⁶ Lacoste, 1993, 1680.

⁷ Loyer, 2019, 224.

⁸ Lacoste 2010, 84.

⁹ Kibaroglu & Scheumann, 2013, 279–305.

¹⁰ Candela; Domingo; Alarcón; Berbel, 2008, 197-203. Estrela Monreal; Cabezas; Calvo-Rubio; Estrada Lorenzo, 1999, 125-138. Molina & Melgarejo, 2016, 781-798.

¹¹ Swyngedouw, 1999, 443-465. Fornés; López-Gunn; Villarroja, 2021, 1113-1123.

¹² Melgarejo; López-Ortiz, 2020. Berbel; Expósito; Gutiérrez-Martín; Mateos, 2019, 1835-1849.

¹³ Morote; Olcina; Rico, 2017, 2058. Rupérez-Moreno; Senent-Aparicio; Martínez-Vicente; García-Aróstegui; Calvo-Rubio; Pérez-Sánchez, 2017, 67-76.

Conversely, an increasing number of studies indicate how intensive irrigation farming destroys traditional landscapes, pollutes ecosystems, and enables a development of mass tourism that depletes water resources (pools, golfs courses etc.)¹⁴. Indeed, a Spanish movement of researchers for a “new culture of water” have been at the forefront of research on the analysis of droughts, advancing the idea that the drought was not a water problem, but a social (over-consumption, public participation, etc.) and environmental issue¹⁵. Their influence, through their reflections and critical analysis on water policies in Spain and in their defense of environment and river ecosystems, has been focused on a regular monitoring and evaluation to achieve a correct implementation of the WFD.

From this perspective, the WFD’s transposition to Spanish legislation, based on Integrated Water Resources Management, seems to be the key issue for long term sustainability of water resources and conflict resolution¹⁶. Nonetheless, its implementation, both the how and the why, continues to generate a vigorous debate and conflict among regions and users. As we will see, these divergent paradigms and different study approaches about water management in Spain are essential to the reasoned arguments and strategies of those stakeholders involved. To what extent is water still a problem of quantity or access, or is it really a fundamentally geopolitical or hydro-political issue?

This paper brings up questions about the relevance of these territorial tensions and competition between sectors over the use of water where the political actors exploit the debate for their own interests. My working hypothesis is that the issue of water in Spain is not only the outcome of climatic factors and the patterns of economic development, or the mere subject of different policies and approaches over the planning and management of water resources, but the result of a geopolitical situation. In this sense, water policy evolves according to power struggles between national and local political parties, between state authorities and regions as well as in the balance of forces resulting from European Union directives and in sharing transboundary basins in the Iberian Peninsula.

Therefore, the geopolitical approach will help us understand the different facts related to water issues in Spain and consequently reflect about present and future

challenges for policy makers. This article employs qualitative research methods based on multidisciplinary documents and a plurality of newspaper analyses, as well as semi-structured interviews conducted with politicians, civil servants, industry representatives, and social groups involved in water management.

The paper is divided into three main sections according to the power struggles and their articulation within the different levels of spatial analysis taking the Tagus basin as a reference.

The first section presents the main water issues at a national level and their connection with the Spanish regional structure. As we shall see, water policy has become one of the main internal geopolitical issues in Spain since the 1990s, motivated mainly by three major elements:

- 1) The failure of a State’s water policy conceived as a representation of the economic development of the nation since the late nineteenth century, with the effect of increased water scarcity and climate change’s impacts in many territories.
- 2) A gradual dissension between social groups, allowing for the emergence of new key actors contrary to the established hydro-economic model. The gradual eclipse of the hydraulic paradigm coincides therefore with the development of the European Water Framework Directive, which has lent further impetus to changes in water management and governance¹⁷.
- 3) Finally, the Spanish decentralization process, bringing about the rise of regional political leaders, who sometimes defend interests divergent from those of the national politicians, thereby causing territorial tensions and making it difficult for national water planning negotiation and decision-making.

In the second section we will discuss the articulation of these issues at a regional and local level in the region of Murcia, the main beneficiary of the Tagus-Segura transfer. We have selected this region for our analysis as we consider it the most remarkable example of the perception of water scarcity as a geopolitical representation, as mentioned above. This small Mediterranean region, governed by the right-wing conservative party since 1995, has a strong agribusiness lobby, which is strongly opposed to changes in water management paradigms.

¹⁴ François, 2006, 25-35. Martínez; Esteve, 2000, 53-71.

¹⁵ Martínez-Fernández; Hernández-Mora; Moral Ituarte; La Roca, 2020, 1-26. Estevan; Naredo, 2004, 128.

¹⁶ Candela; Domingo; Alarcón; Berbel, 2008, 197-203.

¹⁷ Fornés; López-Gunn; Villarroya, 2021, 1113-1123.

The third section focuses on the issue of water at an international level and on its implications for internal geopolitics in Spain. Therefore, European integration, but also the evolution of European Union directives, will determine the balance of power when sharing international waters between Spain (upstream country) and Portugal (downstream country), but also among Autonomous Communities. Indeed, European water authorities and stakeholders will face additional management challenges such as growing water scarcity, drought and floods, probably causing future changes in water management and governance.

Our conclusions assess the importance of geopolitical analysis regarding future water governance challenges and provide key aspects to decision makers.

Water management: a geopolitical issue in Spain

The problems arising from water sharing between the Autonomous Communities in Spain has been troublesome since the vote on the European Union Water Framework Directive in 2000¹⁸. The establishment of environmental goals as well as the process of gradual democratization and decentralization of the State since the 1980s favoured the rise of regional powers and the emergence of new stakeholders and water management approaches. Therefore, conflicts over inter-basin water transfer are still pitting regions against each other and against the national Government.

In Spain, according to the 1985 Water Law, the body responsible for managing the hydrological plans is the Ministry of Environment, through the Spanish Water Confederations (river basin). This legislation is part of the political and institutional context of the country following the approval of the Constitution of 1978 and the arrival of democracy. The Constitution makes a distinction between river basins entirely situated in one region (intra-community river basins) where planning and management competencies belong to regional authorities (Regional Water Agencies), and river basins shared among several regions (inter-community river basins) in which the State is responsible via the river basin organizations. As for river basin unity, these public entities—which involve users and governments (local and regional authorities) as well as administrative

agencies that provide technical support for the execution of work—oversee designing River Basin Management Plans. Thus, to provide for each territory's needs, the Ministry prepares a National Hydrological Plan, which must be ratified by the Parliament.

Indeed, since the end of the nineteenth century, Spanish national water policy has focused on increasing the availability of resources through water projects (dams, transfers and, more recently, desalination plants), with a view to redistribution between “surplus” and “deficit” territories. The issue of water as a State's policy reference is inspired by the late nineteenth century intellectual movement in favour of the regeneration of the country (the period called *Regenerationism*) focused on bringing irrigation to areas with significant agricultural potential. This economic sector was considered necessary for the development of the nation, which required a more active participation of the State through public funding of water projects. The largest development of this policy was during the Franco Regime (1939-1975) and its main beneficiaries were the large farming companies, the hydroelectric power companies and the technocratic elites, such as the Corps of Engineers. This State hydraulic paradigm, as a strategy for spatial transformation, became, therefore, a national representation linked to socio-economic development.

At present, Spanish water infrastructure is one of the most developed in the world. There are over a thousand dams, one million water wells recognized by the State (according to the Ministry, there are approximately half a million more not legally recognized) and several water pipes and inter-basin transfers over hundreds of kilometers. This capacity of water storage and mobility currently enables irrigating a surface of around 2 million hectares, supplying drinking water to 30 million people, and responding to a strong tourist demand concentrated predominantly in the littoral areas during the summer season. In fact, among European countries, Spain is one of the heaviest water users. Nevertheless, the strong expansion of these activities has on the one hand increased the socio-economic imbalances between Mediterranean and inland regions, and, on the other hand, led to a vulnerability of the resource in many territories¹⁹.

¹⁸ Salinas Palacios, 2016, 534.

¹⁹ Nowadays, more than 50% of the Spanish population lives in the Mediterranean areas while the inland regions (excluding Madrid), named the *España vaciada* (emptied Spain), are home to only 10% of the population, despite occupying 75% of the Spanish territory.

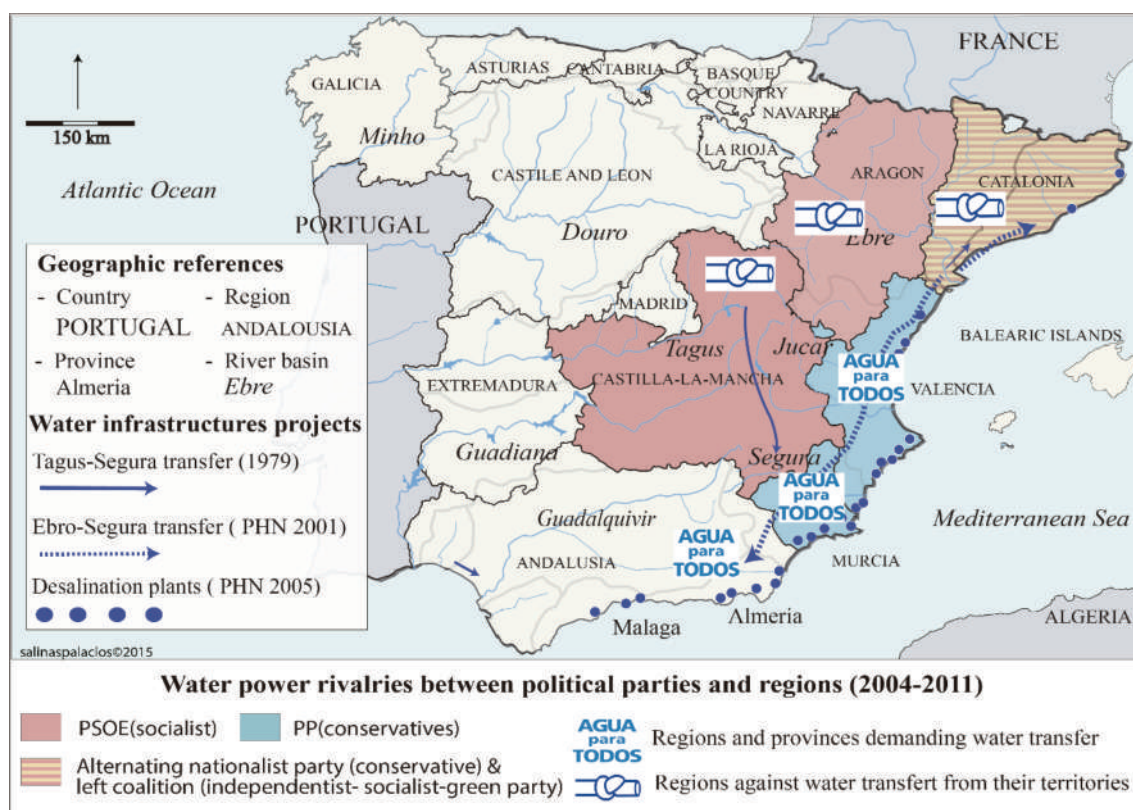
Thus, the severe drought that affected much of the Iberian Peninsula in the early nineties of the 20th century would lead to the existing water policy being questioned. Since then, water planning has become a highly controversial issue between the two principal political parties and the different regions involved. The current Spanish National Hydrological Plan was approved by the Spanish Parliament at the initiative of the socialist Government (hereafter PSOE) of José Luis Rodríguez Zapatero (2004-2011) in 2005. This plan launched the AGUA Program, mainly focused on ensuring the water supply of Mediterranean regions through desalination of seawater (Map 1).

The Spanish National Hydrological Plan, under the influence of “The New Water Culture Foundation” (a multidisciplinary academic movement created in the 1990s against the traditional hydraulic policy) also sought to direct water management towards the WFD’s goals and the reduction of water demand. However, the AGUA Program has replaced the construction of an inter-basin water transfer between the Ebro, located in the Northeast of the Iberian Peninsula, and the Mediterranean regions (Map 1). This transfer, which was the main project of the old 2001 National Hydrological Plan during the conservative governments (hereafter PP) of

José María Aznar (1996-2004), aimed to solve the water deficit of the littoral regions (i.e., Catalonia, Valencia, Murcia and Eastern Andalusia). All these regions have historically been characterised by the irrigation of intensive agriculture and an important tourist industry.

These changes in national policy during the decade of the 2000s have encouraged a strong political confrontation over water issues. They have also increased territorial conflicts between inland regions (i.e., Aragón and Castilla-La Mancha, usually ruled by the Socialist Party) against water transfers from their territories to Mediterranean regions (i.e., Valencia and Murcia, usually ruled by conservative parties), which claim more water to support their development needs (Map 1). Nevertheless, a decentralized territorial model, different economic choices, droughts, and the omnipresence of regional identity discourses in politics strengthen the wish of Spanish politicians to become “owners” of the water. One major result of this regionalization process occurred during the statutory reforms between 2004 and 2011. Several regional governments tried to increase their power over water resources, and therefore the Constitutional Court had to intervene to ensure the legal principles of the 1978 Constitution. The Statute of Catalonia (2006), of Castile and Leon (2007) and of Andalusia

Map 1. Two national water policies and territorial rivalries in Spain



Source: Salinas Palacios, 2016, 534.

(2007) establish the exclusivity of these regions on the resources of rivers whose course is located entirely within their territories, therefore neglecting the river basin unity. On the other hand, Aragón (2007) aims to limit water transfers to neighboring territories, as well as to protect its future development needs, estimated at 6,550 hm³/year. The Statute of Valencia (2006), supported by Murcia, proclaims the right to receive surpluses from other river basins. For its part, the socialist Government of Castilla-La Mancha tried in 2010 to have an exclusive right to use 4,000 hm³/year in its territory, as a means of limiting the transfer of water from the Tagus-Segura transfer to the regions of Valencia and Murcia. As we will see, the “need” for water becomes a policy-influencing tool that seeks to convince voters of the existence of a vulnerability that the candidate promises to solve.

These regional aspirations, focused on territorial development strategies based in many cases on irrigation expansion plans or new urban tourism areas, cause tensions and a real competition across the populations and resources concerned. Despite the creation of the State of the Autonomies, the legal framework established in the 1978 Constitution didn't consider the consequences of the decentralization process regarding spatial planning and water issues. On the one hand, power rivalries and regional political strategies have an unexpected impact on the decision-making of the national Government, which is ultimately responsible for the elaboration of a National Hydrological Plan. On the other hand, Spanish spatial planning has been characterised by a disorganisation in the coordination of sectoral policies between the State and the regions, such as urbanisation, environmental, tourism, or agriculture, among others.

Therefore, water authorities and stakeholders will face additional challenges to achieve a thorough water planning consensus that carefully balances water demands with increased vulnerability of water ecosystems. Furthermore, the effects of the economic and financial crisis (2008-2015) and the independence processes in Catalonia (2012-2021) had resulted in a parliament strongly fragmented with unstable governments²⁰. Spain's two-party (PP and PSOE) system changed in 2015 into a two-bloc multi-party system with the emergence of new political parties such as Podemos (extreme left), Cs (liberal right) and Vox (extreme right). Political divisions also affect cross-cutting

issues related to ecological transition (sustainable development, organic production, circular economy, climate change mitigation, etc.), or new investment, which brings into question the economic production model of several territories.

The Tagus-Segura transfer: from the national interest to the regional claim

The Región of Murcia (1.5 million inhabitants and 11.313 km²), entirely situated in the Segura basin, is one of the most illustrative cases of water scarcity as a regional geopolitical representation. This Mediterranean region, mostly located in a semi-arid area (Southeast of Spain) and historically identified by its traditionally irrigated landscape of orchards (*huertas*), is currently one of the most affected areas in Europe by land degradation and desertification. The rainfall in the Segura basin (the annual average precipitation was 381.78 mm between 1940 and 2005) is characterised by a heterogeneous spatial and temporal distribution. Its available internal water resources are approximately 1,300 hm³/year. Furthermore, the Tagus-Segura water transfer from the upstream of the Tagus basin (center of Spain) in the Castilla-La Mancha region, provides an average of 330 hm³/year since 1979 (Map 2). Built during the Franco's dictatorship (construction began in 1968) and lauded as a symbol of industrial development and the nation's economic growth, this hydraulic construction of approximately 250 km with several dams, pipelines and water lines (post-transfer infrastructures), is currently the main source of inter-regional litigations in Spain.

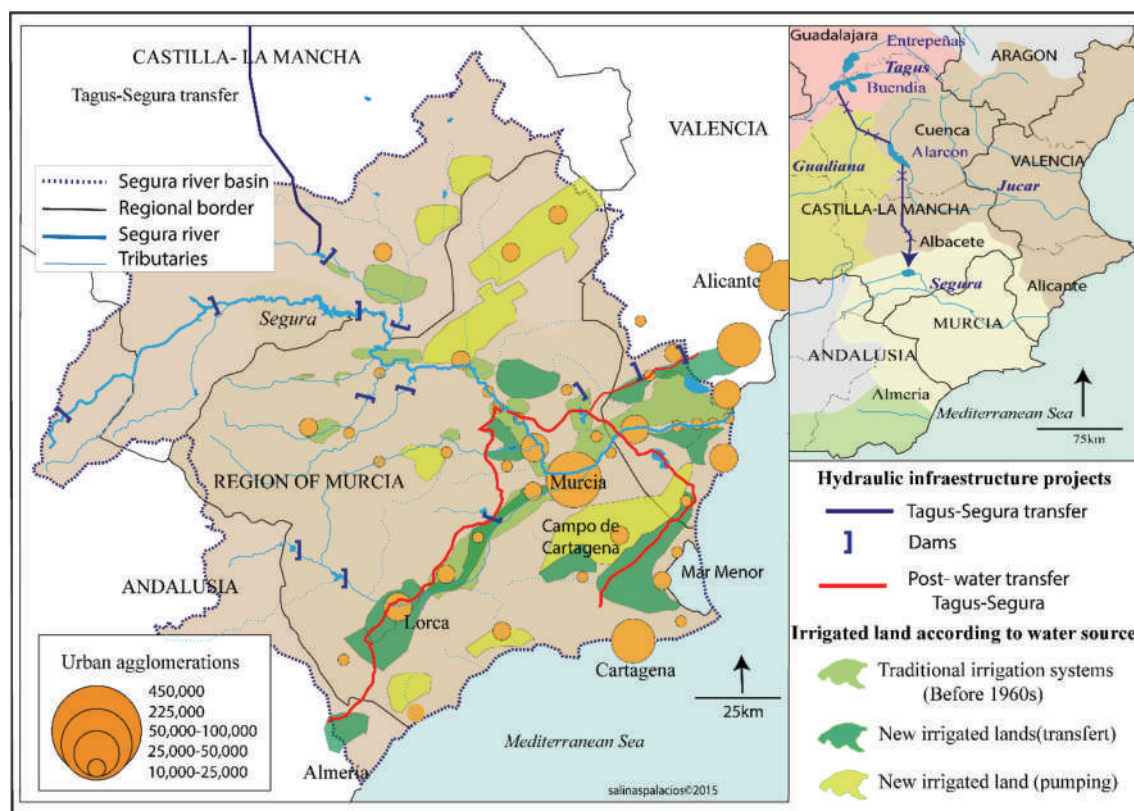
The transfer, originally estimated at more than 600 hm³/year, did not solve the deficit, but worsened the situation. The increase of available water led to an uncontrolled explosion of irrigated lands, including the exploitation of groundwater resources, and a strong expansion of urban and tourist activities, until the early 2000s (Map 2). For example, between 1972 and 1998, the estimated number of irrigated areas officially using waters from the transfer had increased by 70 % compared to initial forecasts²¹. Since 1998 the deficit of the basin has been around 480 hm³/year.

These spatial dynamics were marked by the establishment of a residential model in isolated areas and characterised by the construction of individual housing

²⁰ Since 2018, a few smaller regional parties, including independentist from Catalonia, partially support a progressivist-left coalition Government formed by PSOE, Podemos and the unreconstructed Communist Party, shocking the right wing.

²¹ Martínez; Esteve, 2000, 53-71

Map 2. Water resources development and spatial dynamics in the Segura River basin



Source: Salinas Palacios, 2016, 534. www.chsegura.es, www.mct.es

estates in gated communities around golf courses. In total, 16 golf courses were built between 1997 and 2011, and 34 gated community projects were designed, although some of them were paralysed at the beginning of the economic crisis in 2008. In this situation of water stress, water resource management in the Segura River basin has been characterised in recent decades by a strong diversification of supply sources such as water reuse and desalinated water, and by use of increasingly effective resources.

In contrast, the environmental impacts and risk of irrigated agriculture are particularly profound. For example, the Mar Menor, the largest (135 km²) hypersaline coastal lagoon of the Mediterranean basin, suffers a severe eutrophication and has experienced several hypoxia crises (2016, 2019, 2022) due to the nutrients that it receives from the Campo de Cartagena watershed (1,316 km²), mainly nitrate from intensive agriculture developed since the 1970s and irrigated through the Tagus-Segura transfer and groundwater pumping. Nonetheless, the perception of water scarcity clearly coincides with a significant increase in irrigation areas and water consumption in urban and tourist areas. The Spanish housing boom coincided with the absolute domination of the PP, the main defender and promoter

of this growth policy, in the Región of Murcia (1995-?) and Valencia (1995-2015). Therefore, water issues become a primary policy objective, mainly motivated by two facts: first, the derogation of the transfer project from the Ebro to the Mediterranean regions by the socialist national Government (2004-2011) in 2004 and, second, several attempts to interrupt the existing transfer from the Tagus by the socialist regional Government of Castilla-La Mancha (2004-2011).

This situation has encouraged the emergence of a political discourse under the slogan “Agua para todos” (Water for everyone) that demands the participation of the State and the solidarity of other regions to increase the availability of water resources to support regional development. Initially the PP and more recently Vox (both competing for a similar electorate) defined irrigation not only as a water supply, but as a necessity to defend regional identity and the Spanish nation. In this way, they elaborate a representation that insists on the importance of irrigation for the productivity of the regional agricultural economy and, consequently, for employment. Furthermore, agriculture, which consumes 80 % of water resources, has exponentially become a very powerful agro-industrial lobby with great influence on regional political and economic power. They

oppose the majority use of desalinated water due to its high prices and poor quality compared to those of the Tagus-Segura transfer²².

In contrast, Castilla-La Mancha or Aragón, which represent the inland regions with low population density and allegedly have a water resources surplus, have the perception of being less developed than the others. They protest the State's lack of investment in infrastructure to allow them to take advantage of "their" resources." Therefore, for them, the policy of water transfers is seen as exacerbating territorial imbalance mechanisms, or, in other words, the theft of natural resources from poor regions to those, that precisely because of their higher level of economic development, demand more water²³.

Consequently, the lack of regional identity in Murcia and Castilla-La Mancha has facilitated the rapid integration of water vulnerability as a major regional geopolitical representation. If the decentralization of the State has enabled a reorganization of the geopolitical subsets in Spain coherent enough in some cases (Galicia, Catalonia, the Basque Country, Aragón ...) and less natural in others (Madrid, Murcia, Cantabria, La Rioja ...), water infrastructure in the region of Murcia has become a factor that homogenizes the territory by giving it a landscape and an economic structure that favours a social and political identity more uniform in recent times²⁴. In this respect, 2004 was a turning point in regional policy. The socialists improved their electoral results at the national level in 2004 and 2008 in all regions except in Murcia, which represented a break with the national will. Nor is it a coincidence that in the 2019 Spanish elections, Vox was the party that won the most votes in Murcia. Thus, the problem of water scarcity as a geopolitical strategy of the right conservative regional Government has become a very important factor in understanding the identity process of the Murcia region. Indeed, it is in the context of the 2000s and following the rise of autonomous power in Spain that there has been a progressive representation, both external and internal, of the water issue in the region of Murcia as the main sign of regional identity.

The outbreak of regional and political tensions in the beginning of the 2000s mainly oriented

hydro-geopolitical issues around the implementation of the Water Framework Directive and the requirement to conduct hydrological plans in each basin to complete goals. This is the question needed to maintain river ecosystems and achieve good water quality. In fact, the establishment of minimum ecological flows affected future water transfers. The case of Hydrological Plan of the Tagus basin, conditioned by the existence of the Tagus-Segura transfer and its own international nature, is a very illustrative example of these rivalries of power at different scales.

The territorial articulation of the international Tagus River: between conflict and compromise

The aim of the Water Framework Directive is to achieve a good status for all surface and groundwater bodies in the European Union between 2015 and 2027. In this regard, Spanish Water Confederations were required to adopt a River Basin Management Plan for each management cycle (2009-2015, 2015-2021, 2021-2027). In the case of the international Tagus River basin, the geographical and geopolitical particularities of the basin make it difficult to achieve water sharing agreements, causing a significant delay in the implementation of the Water Framework Directive. The Tagus basin is shared between Spain (66 %) upstream and Portugal (34 %) downstream (Map 3).

In Spain, the Tagus basin traverses five regions (Castile and León, Aragón, Castilla-La Mancha, Extremadura, and Madrid). However, the basin-level water planning must also consider the commitments under the Albufeira Convention (i.e., an international convention signed between Spain and Portugal in 1998) and the water demands of the regions of Valencia and Murcia, both of which are in the Segura basin (Map 3).

In this regard, the establishment of minimum ecological flows in compliance with the Water Framework Directive has marked the negotiations between the regions and stakeholders involved since the beginning of the first River Basin Management Plan, started in 2011²⁵. The quantity established between the upstream reservoirs (Entrepeñas and Buendía) and the city of Aranjuez limited the surplus (or not) of water for major water transfers to the Mediterranean regions. This part

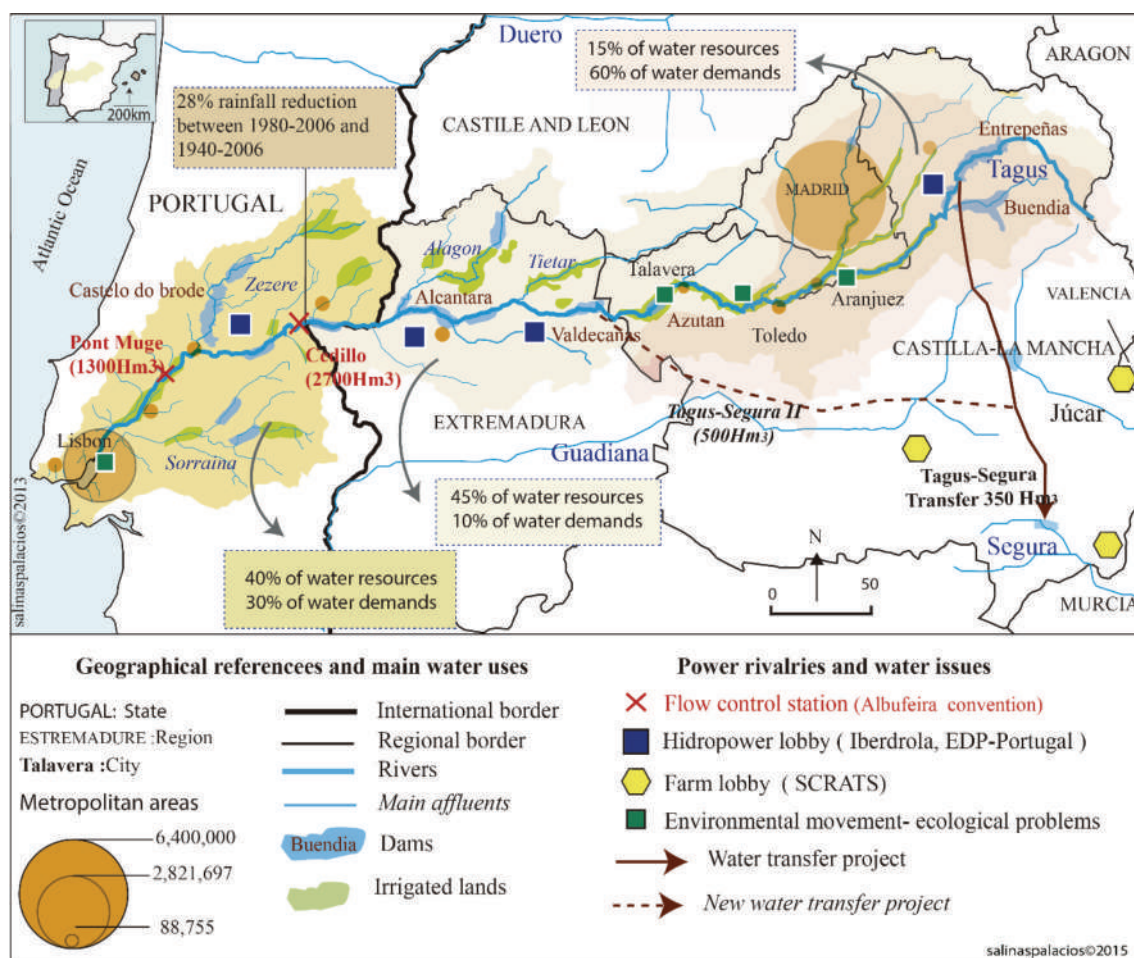
²² Water resources from Tagus-Segura transfer costs between 0,13 and 0,17 €/m³ while those produced by desalination plants cost between 0,56 and 0,63 €/m³. Salinas Palacios, 2019, 59-71.

²³ Del Moral, 2001, 87-112.

²⁴ Salinas Palacios, 2016, 534.

²⁵ Second Cycle and of the WFD (2015-2021). The 3rd Cycle plan covers the period 2022-2027.

Map 3. The challenges of the international Tagus River basin



Source: Salinas Palacios, 2016, 534. www.choajo.es, <https://cadc-albufeira.eu/es/>

of the river is not only affected by the deviation of waters but also by the large amount of pollution coming from the metropolitan area of Madrid.

In 2013 the national conservative Government and the involved regions, all of which were at the time governed by the PP between 2011 and 2015, signed a Memorandum on the conditions and the future of the transfer. The river basin plan adopted in 2013 provided a considerable reduction of ecological flows and hence enabled transfers to the Mediterranean, although it imposed stronger conditions²⁶.

However, the problem was far from over. In 2019 the Supreme Court of Spain, following an action brought by environmental organisations, reversed several articles for not setting the ecological flows correctly. Each river basin planning cycle will be subject therefore to a contested arena of power struggles.

In any case, the transfer's irrigators still had trouble accessing water allocations. Droughts often severely impact both the Segura basin and the Tagus basin at the same time²⁷. According to the Spanish State Meteorological Agency, rainfalls are becoming more irregular or scant, and droughts are predicted to become more frequent and severe. The Spanish Water Confederations have included a reduction of between 4 % and 14 % in surface water run off for 2030 in their own river basin plans. Furthermore, the proportion of water released in reservoirs in the upstream sections of the Tagus River (Entrepeñas and Buendía) for the 1980-2006 period fell by half compared with the water storage estimated before the construction of the water transfer at the end of the 1960s.

This situation in the Tagus and Segura River basins, combined with unstable political context in Spain since 2016, makes it more difficult to adopt a new national

²⁶ Starting in 2018, water transfers are allowed from a threshold of 400 hm³/year, instead of 240 hm³/year, from the Entrepeñas and Buendía reservoirs, at the source of the Tagus.

²⁷ Salinas Palacios, 2019, 59-71.

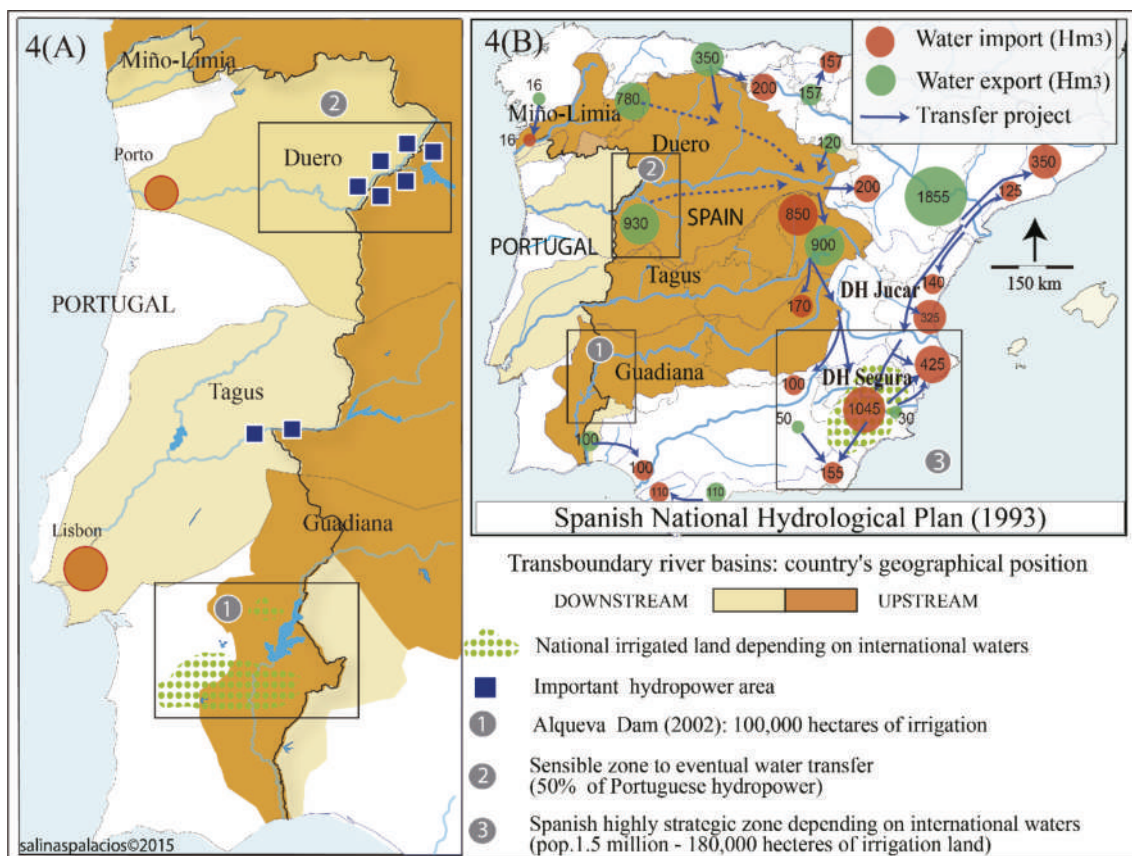
hydrological plan. The difficulty of rescuing the Ebro project transfer, contrary to the WFD approaches and opposed by the regions of Aragón and Catalonia, and the difficulties down the cost of desalinated water for the agricultural sector limit the opportunities for the coming years. One of the solutions defended by the regional Government of Murcia would be the construction of a new water transfer from the central section of the Tagus River since the flows are more abundant there (Map 3). Nevertheless, this project may have to face not only the environmental requirements of the WFD, but also a strong opposition from the Portuguese Government, as we will discuss below.

The Spanish and Portuguese hydrography is characterized by the geomorphological inclination, from East to West, of the Iberian Peninsula. This implies that the largest rivers rise in Spain and flow to Portugal, which means that Spain is an upstream country and Portugal a downstream country (Map 4A). Throughout the entirety of the twentieth century, the management of transboundary water resources between both countries was

governed by international treaties specific to each river and characterized by a spatial and sectoral restricted jurisdiction. The agreements were mainly focused on hydroelectric uses located on the cross-border rivers. The power relations between the two countries were focused on converging interests and therefore interdependent²⁸.

In 1998, the “Agreement on Cooperation for the Protection and Sustainable Use of the Waters of the Spanish-Portuguese Hydrographic Basins” (Albufeira Convention) established an integrated water management of the transboundary river basins (Minho, Limia, Duero, Tagus and Guadiana), which included environmental aspects as well as obligations and bilateral mechanisms to enhance cooperation. This international legal framework was the result of a long process of negotiations between Spain and Portugal driven by two main factors: first, the severe drought in the 1990s in the Iberian Peninsula and, second, the unilateral plans of the Spanish Government to develop multiple inter-basin water projects that would impact

Map 4. The Spanish-Portuguese river basins management: between conflict and compromise



Source: Salinas Palacios, 2016.

²⁸ Aura; Larios de Medrano, 2008, 354.

hydropower production located along the downstream areas of international rivers (Map 4B).

The Convention also imposes respect for previous levels of water consumption. This requisite, pushed mainly by the Spanish Government, sought to protect the water rights of the agricultural farmers and water supply operators acquired from the Tagus-Segura transfer. In return, Portugal could make the Alqueva Dam project, located on the Guadiana River, and more precisely, at the only upstream area allocated to Portugal. The dam, the biggest in Western Europe, was finally inaugurated in 2002, and supplies water for 110,000 hectares of irrigated lands, many of them located outside of the international basins (Map 4B).

The entry into force of the Albufeira Convention in 2000 consequently modified water related geopolitics in the Iberian Peninsula²⁹. The current Convention forces Spain to yield a minimum flow in the international rivers, 2,700 hm³/year, for the Tagus at the control station of Cedillo Dam. Although periods of drought are considered to determine these volumes of water (as was the case in 2006, 2009, 2012, 2019 and 2022), the peculiarities of this basin generate uncertainties in its management. Nevertheless, the Albufeira Convention did not directly address common challenges such as the increase in droughts and the reduction in rainfall, or problems related to water governance and policy. Instead, these agreements focused on getting closer to the Water Framework Directive's approaches³⁰.

In this context, the physical, socio-economic and political factors of the Tagus River basin involve significant challenges for the Spanish and Portuguese transboundary basin relations. Currently, the upstream area of this river suffers the highest demand (75 % of the total population of the international basin) while its water resources only amount to 10 % of the total basin flows (Map 3)³¹. Apart from the above-mentioned transfer of water to the Mediterranean regions, management and water planning is subject to various sectoral interests represented chiefly by the metropolitan area of Madrid (about 6 million inhabitants), irrigated lands in Castilla-La Mancha as well as the presence of major hydroelectric dams in the middle section of the Tagus, near the border with Portugal. At the Portuguese section, there are also important hydropower interests, as well as the metropolitan area of Lisbon (3

million inhabitants) which represents one third of the country's population. Although tributaries on the last part of the Spanish river provide 65 % of the resources that reach Portugal, the water flow of the bordering Cedillo Dam decreased 28 % of its annual capacity in the period 1980-2006³². The demands on water resources in both countries have been increasing since the 1960s. Even worse, some climate change scenarios estimate a reduction of 10 % of direct runoff in the coming decades while 75 % of the Iberian Peninsula is at risk of desertification. Considering such a scenario, exceptional circumstances may provoke an incomplete implementation of the Convention and put into question the future of the Tagus-Segura transfer. This situation already took place during the hydrological year from October 2009 to September 2010. The Spanish Government, under the pretext of scarcity in the Western part of the basin, invoked the clause of drought stipulated in the treaty. The stored water from the Cedillo Dam was 8.7 % (236 hm³/year) below the "minimum" required by the agreements.

However, Spanish and Portuguese environmental organisations and the New Water Culture Foundation argued that the decrease of flows was also a result of the water shift to the Mediterranean areas. During the same hydrological year (2009-2010), the Spanish Government agreed to transfer 293 hm³/year to supply urban and agriculture needs in the Segura basin. As of now, the different Portuguese governments have not yet declared themselves against the Tagus-Segura transfer. Nevertheless, the difficulties to accomplish the WFD goals on both sides and the pressure of civil and environmental organizations have recently boosted closer cooperation between both countries. At that point, the future of the Tagus-Segura transfer will be strongly determined by the achievement of the Water Framework Directive goals. The willingness to conduct this kind of water policy will be subject to future changes on the Spanish political scene.

Conclusions

The Spanish economic model developed in the second half of the 20th century remains highly dependent on water resources in territories that are particularly sensitive to the effects of climate change. The major agricultural and urban spatial dynamics that have transformed

²⁹ Salinas Palacios, 2016, 534

³⁰ Garrido *et al.*, 2010.

³¹ Confederación Hidrográfica del Tajo (hereafter CHT), 2013.

³² CHT, 2013.

the territories thanks to the development of large water infrastructures contrast with the current problems of water scarcity and pollution. The country faces the challenge of ensuring long-term water security. According to the European Commission, water stress stood at 42.5 %, and diffuse agricultural pollution affects 34 % of surface water bodies and 56 % of groundwater bodies³³.

However, water planning is becoming increasingly complex given the delicate balance between respecting the ecosystems and the distribution of water resources among the different territories and users. Two political strategies around territorial, economic and water issues have emerged that may clash at the national level in the coming years. The first one, which will be supported by a coalition of left-wing and regionalist parties, is based on a model of economic development that is more concerned with environmental considerations and whose relationship with water must firstly prioritise demand management and programs to improve its quality. This policy conditions the continuity of the Tagus-Segura water transfer and limits the left-wing parties governing in the Mediterranean regions. The second one, claimed by right-wing political forces, demands a stronger central State capable of ensuring inter-territorial equality and solidarity between all citizens, including the access to water resources. For these forces, water is still perceived as an endogenous asset of socio-economic and territorial transformation, therefore the possible solutions for sharing the resource involve maintaining the Tagus-Segura transfer and the interconnection of the largest river basins.

In view of this situation, this paper has reflected on different arguments and future challenges on water issues in Spain. We have seen how conflicts over water resources in Spain have grown with the increase of water demands for economic development and the decentralization of the State in the context of democracy. Under these premises, the necessity of water has been normally used during elections by the two main political parties in Spain based on their respective territorial strategies, including the rise of power of some regional political leaders. The Mediterranean regions continue to demand water transfers with the aim of not only alleviating the shortage affecting parts of their intensive farming, but also strengthening their tourism sector. Conversely, inland regions claim for better water infrastructure to improve the control on their

water resources and revitalise their local economy. Their landlocked nature holds back the development of the valuable tourism sector in these regions. Thus, irrigation lands are seen as a key player in the strategy for the future regional growth.

Therefore, the problem of water sharing between the central Government and the regions is far from being solved. The gradual evolution of the State of Autonomies does not correspond with the real distribution of power between the State and the regions on the issue of water. Depending on the geopolitical context, regions have the capacity to influence the national Government in the decisions of the main guidelines in the implementation of the river basin management plans and the National Hydrological Plan. Thus, water governance in most shared river basins is subject to power relationships at different scales based on the interest of political parties and the influence of the main lobbies.

The importance of irrigation, hydropower and urban-tourism activities has continued increasing with the gradual construction of the autonomous regions, without discussing the economic models implemented. Therefore, the announcement of the development of new water infrastructures by different governments and the strengthening of regional interests have accentuated the rivalries and increased water stress and environmental degradation in multiple territories. However, the lack of water is also a social, cultural, and economic representation that is difficult to quantify and is strongly impacted by how society uses water resources. Although we cannot consider the drought events as extraordinary in the majority of Spain, this dependence on the resource in semi-arid territory explains why the drought is also perceived by society as a socio-economic constraint and more recently as an environmental concern.

Obviously, democracy has encouraged these rivalries, and also the dissension of civil society, making possible the emergence of new actors organized against the dominant hydro-economic model. It was not until the arrival of the socialist Government in 2004, surrounded by social movements promoting a new water culture and being legitimized by the goals of the Water Framework Directive, that aspects such as the quality and sustainable use of the resource became new paradigms of Spanish water policy. Until recently, protest and mobilization of Spanish civil society was very limited, especially on issues concerning ecology. The country's political agenda has increasingly incorporated the public contestation over agricultural pollution. For

³³ European Commission, 2019.

example, in August 2022, a popular legislative initiative that gathered more than 640,000 signatures, allowed Mar Menor to become the first European ecosystem with legal status. This new paradigm for the legal defense of nature has been approved in the Senate with the support of all political parties, except for Vox. However, the implementation of ecological flows to respect the River Basin Management Plan is still perceived by the different political and socio-economic stakeholders as either a threat or an opportunity for their respective interests. Consequently, this has led to a difficult implementation of the Water Framework Directive, strongly influenced by the country's political situation.

Considering these facts, we can see that geopolitical reasoning becomes essential in the analysis of multiple existing problems, but also a necessary support to draw up prospects. It is necessary to understand that these different levels of spatial analysis and internal processes are part of a complex environment. An environment characterised by a superposition of different power rivalries across multiple scales that may affect the challenges of Spanish stakeholders on water issues. Although the institutions of the European Union are especially concerned about water scarcity due to the last droughts in Europe (especially since 2003), the design of current European water policy still focuses on water quality. In contrast, to Spanish irrigated agriculture, water availability concerns and water pricing are higher priorities. This brings up questions about the relevance of an intensive irrigated farming export-oriented model, in one of the highest water-stressed European regions. It is therefore necessary to adopt changes towards a profound review of the water policy and the Spanish hydro-economic model. Nonetheless, water governance refers to the problems of institutional, economic, identity and territorial power relations in Spain, which complicate the task of reversing these imbalances.

In addition, concerns about the impact of climate change on water resources are progressively gaining importance in most countries, particularly in those that share international watercourses. The issues around the Tagus lead us to reconsider Spanish-Portuguese relations in the coordination of international river basin plans. The interdependence between an international basin, such as the Tagus, and a national basin, such as the Segura, highlights that internal rivalries between regions and economic actors are even more decisive than the unitary and integral vision of the Tagus basin. Thus, the political difficulties to fix

the ecological flows in the river basin plan, the reached transfer agreements (Memorandum), and the regional discourses about new inter-basin projects which have no consideration for the international specificities of the Tagus basin, have revealed two major issues: on the one hand, the internal subjectivity of the WFD in water management and planning in Spain and, on the other hand, the weaknesses of the mechanisms for cooperation between the Portuguese and Spanish governments. Water governance centered on the concept of international river basins is therefore the most suitable technical option to initiate a correct hydrological planning.

Furthermore, water issues are, therefore, transversal, and necessarily involve sectors (energy, urban planning, agriculture...). Climate change mitigation and risk reduction require substantial funding and consensus among multiple stakeholders at different levels in a complex national and international scenario. These possible changes in water policy will depend on the geopolitical evolution of Spain, the political and social majorities, and their concern about environmental issues.

Bibliography

- Aura y Larios de Medrano, A. M.** 2008: *La regulación internacional del agua dulce: Práctica española*. Madrid (España), Thomson Aranzadi Reuters.
- Berbel, J.; Expósito, A.; Gutiérrez-Martín, C.; Mateos, L.** 2019: "Effects of the irrigation modernization in Spain 2002–2015". *Water Resources Management*, 33(5), 1835-1849. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02215-w>
- Candela, L.; Domingo, F.; Alarcón, J. J.; Berbel, J.** 2008: "An overview of the main water conflicts in Spain: Proposals for problem-solving". *Options Méditerranéennes*, A 83, 197-203.
- Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) Magrama. 2013: *Plan hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo*. Madrid.
- Del Moral, L.** 2001: "Planification hydrologique et politique territoriale en Espagne". *Hérodote*, 3 (102), 87-112. <https://doi.org/10.3917/her.102.0087>
- Estevan, A.; Naredo, J. M.** 2004: *Ideas y propuestas para una nueva política del agua en España*. Vol. 12. Bilbao (España), Bakeaz / Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Estrela Monreal, T.; Cabezas Calvo-Rubio, F.; Estrada Lorenzo, F.** 1999: "La evaluación de los recursos hídricos en el Libro Blanco del Agua en España". *Ingeniería del agua*, 6(2), 125-138. <https://doi.org/10.4995/ia.1999.2781>

- European Commission, 2019: *The EU Environmental Implementation Review 2019 Country Report: Spain*. https://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_es_en.pdf
- Fornés, J. M.; López-Gunn, E.; Villarroja, F.** 2021: "Water in Spain: paradigm changes in water policy". *Hydrological Sciences Journal*, 66(7), 1113-1123. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1918697>
- François, M.** 2006: "La pénurie d'eau en Espagne: un déficit physique ou socio-économique?". *Géocarrefour*, 81(1), 25-35. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.1730>
- Garrido, A.; Barreira, A.; Dinar, S.; Luque, E.** 2010: *La gestión de las cuencas hidrográficas compartidas entre España y Portugal en un horizonte de riesgos climáticos y mayores presiones ambientales*. Madrid (España), Fundación del Canal de Isabel II.
- Kibaroglu, A.; Scheumann, W.** 2013: "Evolution of transboundary politics in the Euphrates-Tigris River system: new perspectives and political challenges". *Global Governance*, 19, 279. <https://doi.org/10.1163/19426720-01902008>
- Lacoste, Y.** 1993: *Dictionnaire de géopolitique*. Paris (France), Flammarion.
- Lacoste Y.** 2010: *L'eau dans le monde*. Paris (France), Larousse.
- Loyer, B.** 2019: *Géopolitique: Méthodes et concepts*. Paris (France), Armand Colin.
- Lorenzo-Lacruz J.; Morán T. E.; Vicente Serrano S. M.; López Moreno J. I.** 2013: "Streamflow droughts in the Iberian Peninsula between 1945 and 2005: spatial and temporal patterns". *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 9 (7), 8063-8103. <https://doi.org/10.5194/hess-17-1119-2013>, 2013
- Martínez, J.; Esteve, M.** 2000: "El regadío en la cuenca del Segura y sus efectos ambientales y sociales". *Gestión alternativa del agua en la cuenca del Segura*. Murcia (España), Ecologistas en acción región murciana, 53-71.
- Martínez-Fernández, J.; Neto, S.; Hernández-Mora, N.; Moral Ituarte, L. D.; La Roca, F.** 2020: "The role of the Water Framework Directive in the controversial transition of water policy paradigms in Spain and Portugal". *Water Alternatives*, 13 (3), 1-26.
- Melgarejo, J.; López-Ortiz, M. I.** 2020: *Externos: el valor socio-económico del trasvase Tajo-Segura para la provincia de Alicante*. Alicante (España), Universidad de Alicante, Diputación Provincial de Alicante.
- Molina, A.; Melgarejo, J.** 2016: "Water policy in Spain: seeking a balance between transfers, desalination and wastewater reuse". *International Journal of Water Resources Development*, 32(5), 781-798. <https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1077103>
- Morote, Á. F.; Olcina, J.; Rico, A. M.** 2017: "Challenges and proposals for socio-ecological sustainability of the Tagus-Segura aqueduct (Spain) under climate change". *Sustainability*, 9(11), 2058. <https://doi.org/10.3390/su9112058>
- Rupérez-Moreno, C.; Senent-Aparicio, J.; Martínez-Vicente, D.; García-Aróstegui, J. L.; Calvo-Rubio, F. C.; Pérez-Sánchez, J.** 2017: "Sustainability of irrigated agriculture with over-exploited aquifers: The case of Segura basin (SE, Spain)". *Agricultural Water Management*, 182, 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.008>
- Salinas Palacios, D.** 2016: *Géopolitique de l'eau dans l'Espagne des autonomies: enjeux et rivalités de pouvoirs pour la région de Murcie*. Tesis doctoral. Saint-Denis (France), Université de Paris 8.
- Salinas Palacios, D.** 2019: "Espagne: géopolitique d'une agriculture assoiffée". *Confluences Méditerranée*, 1 (108), 59-71. <https://doi.org/10.3917/come.108.0059>
- Swyngedouw, E.** 1999: "Modernity and hybridity: nature, regenerationism, and the production of the Spanish waterscape, 1890-1930". *Annals of the association of American Geographers*, 89(3), 443-465. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00157>

Entorno institucional y mercado del agua embotellada en México en tiempos del Covid-19

Institutional environment and bottled water market in Mexico during Covid-19 times

Delia Montero Contreras

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa
Ciudad de México, México
del@xanum.uam.mx

 ORCID: 0000-0003-3815-4817

Jorge Hernández Gutiérrez

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa
Ciudad de México, México
jorgehg275@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-0775-5943

Información del artículo

Recibido: 06/08/2021

Revisado: 23/02/2023

Aceptado: 27/04/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.6531

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

En México la incertidumbre debido a la falta de información de la calidad del agua potable ha provocado un alto consumo de agua embotellada. Entender y encontrar su prevalencia requiere conocer el entorno institucional y cómo ha favorecido el desarrollo del mercado del agua embotellada y ha generado cambios en las preferencias en tiempos de Covid-19. Para entender el entorno institucional utilizamos tres conceptos: incentivos institucionales, insumos institucionales y demandas institucionales, que permiten interpretar la evolución y permanencia de un mercado de 20 mil millones de pesos, que se mantiene en tiempos de pandemia y dificultades económicas en buena parte de la población, que no ha dejado de consumir agua embotellada, pero ha cambiado sus preferencias.

PALABRAS CLAVE: Entorno Institucional, Agua Embotellada, Gestión del Agua, Incentivos Institucionales, Insumos Institucionales.

ABSTRACT

In Mexico, uncertainty due to lack of information on the quality of drinking water has led to a high consumption of bottled water. Understanding and finding its prevalence requires knowledge of the institutional environment and how it has favored the development of bottled water market and has generated changes in preferences in times of Covid-19. To understand the institutional environment, we use three concepts: institutional incentives, institutional inputs and institutional demands, which allow us to interpret the evolution and permanence or a market worth 20 billion pesos, which is maintained in times of pandemic and economic difficulties in a large part of the population, which has not stopped consuming bottled water, but has changed its preferences.

KEYWORDS: Institutional Environment, Bottled Water, Water Management, Institutional Incentives, Institutional Inputs.

Environnement institutionnel et marché de l'eau en bouteille au Mexique pendant la Covid-19

RÉSUMÉ

Au Mexique, l'incertitude due au manque d'informations sur la qualité de l'eau potable a provoqué une forte consommation d'eau en bouteille. Pour comprendre et trouver sa prévalence il faut connaître l'environnement institutionnel, comment il a favorisé le développement du marché de l'eau embouteillée et généré des changements dans les préférences pendant la Covid-19. Pour comprendre l'environnement institutionnel, nous utilisons trois concepts : les incitations institutionnelles, les provisions institutionnelles et les demandes institutionnelles, qui nous permettent d'interpréter l'évolution et la permanence d'un marché de 20 milliards de pesos, qui se maintient en période de pandémie ainsi que les difficultés économiques de la population mexicaine, qui n'a pas cessé de consommer de l'eau en bouteille, mais a changé ses préférences.

MOTS-CLÉS : Environnement Institutionnel, Eau Embouteillée, Gestion de l'Eau, Incitations Institutionnelles, Apports Institutionnels.

Ambiente institucional e mercado dell'acqua in bottiglia in Messico ai tempi del Covid-19

SOMMARIO

In Messico, l'incertezza dovuta alla mancanza di informazioni sulla qualità dell'acqua potabile ha causato un elevato consumo di acqua in bottiglia. Comprendere e trovare la sua prevalenza richiede la conoscenza dell'ambiente istituzionale e di come abbia favorito lo sviluppo del mercato dell'acqua in bottiglia e generato

cambiamenti nelle preferenze in tempi di Covid-19. Per comprendere l'ambiente istituzionale, utilizziamo tre concetti: incentivi istituzionali, input istituzionali e richieste istituzionali, che ci consentono di interpretare l'evoluzione e la permanenza di un mercato di 20 miliardi di pesos, che si mantiene in tempi di pandemia e difficoltà economiche in molti della popolazione del Paese, che non ha smesso di consumare acqua in bottiglia, ma ha cambiato le sue preferenze.

PAROLE CHIAVE: Ambiente Istituzionale, Acqua in Bottiglia, Gestione dell'Acqua, Incentivi Istituzionali, Input Istituzionali.

Ambiente institucional e mercado de água engarrafada no México em tempos de Covid-19

SUMÁRIO

No México, a incerteza devido à falta de informação sobre a qualidade da água potável tem causado um alto consumo de água engarrafada. Compreender e encontrar sua prevalência requer conhecer o ambiente institucional e como ele tem favorecido o desenvolvimento do mercado de água engarrafada e gerado mudanças nas preferências em tempos de Covid-19. Para entender o ambiente institucional, utilizamos três conceitos: incentivos institucionais, insumos institucionais e demandas institucionais, que nos permitem interpretar a evolução e permanência de um mercado de 20 bilhões de pesos, que se mantém em tempos de pandemia e dificuldades econômicas em muitas da população do país, que não deixou de consumir água engarrafada, mas mudou suas preferências.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente Institucional, Água Engarrafada, Gestão da Água, Incentivos Institucionais, Insumos Institucionais.

Introducción

El agua es un servicio administrado por instituciones públicas y, de acuerdo con lo que establece la norma, debe ser potable, asequible y apta para el consumo humano. Los organismos públicos como CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y SACMEX (Sistema de Aguas de la Ciudad de México) son los encargados de esta tarea y, a cambio, cobran una tarifa que cubre principalmente el costo del servicio. Un problema que prevalece es la incertidumbre sobre la calidad del agua que llega a los hogares debido a la falta de información, por lo que estos no la consumen. En muchos casos es aceptable, pero la ciudadanía no tiene confianza y prefiere comprar agua embotellada. Para entender y encontrar el origen y prevalencia de este problema, es fundamental conocer el funcionamiento del entorno institucional, ya que nos ayuda a entender cómo se fue consolidando la creencia de que el agua que llega a los hogares es de mala calidad y es mejor comprarla, entender el desarrollo del mercado de agua embotellada y los cambios en las preferencias en tiempos de Covid-19.

El entorno institucional nos ayuda a entender la conducta de las organizaciones públicas, privadas, los individuos y sus interacciones. El entorno institucional mexicano ha facilitado el desarrollo en el mercado de agua embotellada (en presentación de depósitos de 20 litros) a empresas transnacionales (ET) y purificadoras (pequeños expendios de agua) a lo largo de tres décadas. Una de las manifestaciones más importantes del entorno institucional es el arraigo del hábito del consumo de agua embotellada en el 90 % de los mexicanos y la consolidación de un mercado de 20.000 millones de pesos (mil millones de dólares aproximadamente) en un país que tiene una amplia población de bajos ingresos (49 % del total de la población), que no debería pagar por el agua para beber. En tiempos de pandemia por Covid-19, a pesar de las dificultades económicas, los hábitos de consumo no han cambiado, pero sí las preferencias en las fuentes de abastecimiento, que están determinadas por el entorno institucional que prevalece.

Para comprender mejor el entorno institucional partimos de tres conceptos: los incentivos, que vinculamos principalmente con instituciones públicas que distribuyen agua potable en México¹, así como otras

instituciones públicas que se relacionan con la salud y la fiscalización de empresas; los insumos institucionales, que relacionamos con el hábito arraigado de los mexicanos de beber agua embotellada; y las demandas institucionales, que relacionamos con las ideologías y lo que demanda el mercado. Estos conceptos nos permiten interpretar la evolución y consolidación del mercado que se mantiene en tiempos de pandemia, pero que ha modificado las preferencias de los consumidores.

El entorno institucional mexicano ha sido de lo más propicio en la consolidación del consumo de agua embotellada en tres décadas y no se vislumbra en el corto plazo un cambio en las cantidades consumidas en todo el país, pero sí de las preferencias, que están determinadas por el entorno institucional.

A más de un año de haberse iniciado la pandemia de Covid-19 en México, tanto las transnacionales como las purificadoras han tenido un buen desempeño en el mercado de agua embotellada, gracias a un mayor consumo. Debido al confinamiento, en todos hogares se consumió más agua embotellada para beber y otros usos, como el constante lavado de manos y desinfección de alimentos cuando no hay agua potable disponible.

Lo que aquí planteamos es que el entorno institucional en México a partir de mediados de la década de los ochenta hasta el día de hoy ha sido muy favorable para el desarrollo y consolidación del consumo de agua embotellada². Diversos incentivos institucionales han favorecido la expansión de las transnacionales y purificadoras, así como la conformación de un mercado formal e informal. La pandemia y el confinamiento reafirmaron aún más el consumo de agua embotellada en la Ciudad de México, pero con un cambio de preferencias de los consumidores debido a un entorno caracterizado por el confinamiento, el desempleo y la reducción en los ingresos. Las instituciones públicas son poco o nada sensibles ya que no perciben el problema, lo que reafirma la mala percepción que se tiene del agua potable que llega a los hogares y un mayor gasto en la compra de agua embotellada en tiempos de pandemia.

En la primera parte hacemos una reflexión teórica para entender la importancia del entorno institucional y cómo interactúan los insumos, incentivos y demandas

¹ En el capítulo de Rojas Ramírez *et al.*, 2018, que aparece en el libro de Matés-Barco y Rojas Ramírez (Eds.), se aborda la gestión del agua potable en las principales ciudades de México desde una perspectiva histórica centrada en la descentralización.

² El artículo de Montero y Cardoso, 2016, es un trabajo más descriptivo que analiza la falta de información y el consumo de agua embotellada, principalmente, mientras que, en el libro de Montero, 2019, se hace un análisis teórico histórico más profundo de la gestión del agua, el desarrollo del mercado nacional de agua embotellada y la participación de los actores, lo que contribuye a una interpretación más amplia sobre el cambio de hábitos respecto al consumo de agua embotellada en México.

a partir de reglas formales e informales de las que ninguna sociedad se escapa, como es el caso de todo el país. Esto nos ayuda a entender por qué las percepciones respecto del agua potable y el hábito tan incrustado en la compra de agua embotellada son tan importantes. También analizamos el desarrollo y desempeño que en este entorno han tenido tanto las transnacionales como las purificadoras en el mercado de agua embotellada, el cual ha sido exitoso.

En la segunda parte, damos una serie de datos que comprueban la evolución del mercado del agua embotellada, la creciente participación de las purificadoras en el mercado del agua embotellada y el cambio de preferencias de los consumidores en tiempos de pandemia, en particular en la Ciudad de México. Aquí se observa que las purificadoras actualmente no abastecen exclusivamente a los sectores de bajos y muy bajos ingresos, como había sido el patrón de consumo durante varias décadas, sino que ahora abarcan a la clase media, que también ha sido ampliamente afectada por la pandemia³.

Finalmente, afirmamos que el entorno que prevalece con la pandemia y las nuevas preferencias de los consumidores predominará en el futuro, ya que no se vislumbra en el corto plazo una rápida recuperación económica, así como tampoco un cambio institucional de gran envergadura, capaz de revertir la percepción que tienen los mexicanos del agua potable que llega a sus hogares y la regulación a fondo de las purificadoras. Así, los hogares continuarán desembolsando mucho dinero en la compra de agua embotellada, favoreciendo principalmente a las purificadoras formales e informales⁴.

El entorno institucional y el mercado de agua embotellada en México

El concepto de entorno institucional resulta útil para comprender el alto consumo de agua embotellada, la conformación de un mercado muy amplio en México, los cambios de preferencias en los mexicanos y los recientes cambios de abastecedores de agua de garrafón en tiempos de Covid-19. El cambio del consumo de agua de grifo a la embotellada, que empezó a mediados de la

década de los ochenta, no se debe únicamente a la eficiente publicidad de las empresas transnacionales que operan en el mercado, sino a toda una serie de actores que han participado de forma diferente y que conforman el entorno institucional mexicano. El entorno evoluciona constantemente y ha logrado la consolidación de un mercado cautivo e inelástico, un hábito arraigado de consumo de agua embotellada que se convirtió en lo que denominamos un insumo institucional, como veremos al final de esta sección.

El entorno institucional es un concepto complejo, que además de los actores que en él convergen contempla elementos de tipo político, económico, legal y sociocultural, que determinan las condiciones a las que se van adaptando todos los actores con el fin de legitimar su conducta y negocios. El entorno institucional nos indica cómo funcionan las tendencias, las ideologías y los mecanismos sociales en el que operan todos los actores, es el universo en el que todas las organizaciones e individuos están imbuidos⁵. En la consolidación de los altos consumos de agua embotellada han participado actores como empresas transnacionales (ET), purificadoras, instituciones públicas encargadas de abastecer agua en los hogares o de realizar inspecciones y, desde luego, los ciudadanos, que se abastecen de alguna forma de agua para beber.

En términos pragmáticos, el entorno institucional es el conocimiento formal o visible del medio circundante al interior de cualquier organización o grupos de individuos. Las estructuras legales son los elementos más tangibles del entorno institucional, ya que ponen límites reales a personas y organizaciones, son las reglas formales. Existe un número importante de leyes ambientales, de competencia, contables, de relaciones contractuales, etc., que regulan el espacio en el que las transnacionales y purificadoras que se dedican al negocio del agua se desempeñan y operan, son el aspecto más fácil de entender del entorno institucional. Las leyes se vinculan directamente con los organismos públicos, no solo porque de ahí emana la regulación y cumplimiento de las reglas, sino también porque están directamente vinculados con la regulación y distribución del agua potable a nivel federal, como la CONAGUA, y a nivel local, como los organismos operadores del agua, que son los que abastecen a las ciudades. Las leyes regulan el comportamiento de todos los actores con el mercado, se trate de organismos públicos, empresas y/o consumidores, así como la formación de nuevos negocios.

³ Por la disponibilidad de datos actuales, en esta sección nos enfocamos exclusivamente en la Ciudad de México.

⁴ Agradecemos los comentarios de los lectores, sus contribuciones ayudaron a mejorar el texto.

⁵ Furusten, 2013.

La parte legal tiene que ver con la gestión de las empresas que producen y comercializan, con las entidades financieras y con las entidades reguladoras, que también forman parte del entorno institucional, y que están imbuidas en este entramado legal. Sin embargo, el entorno institucional es más complejo cuando se contemplan las estructuras sociales, es decir, las reglas informales que forman parte de las estructuras legales (reglas formales), ya que en su interior se observan organizaciones con objetivos diferentes, y en donde algunas normas sociales pueden afectar a otras.

La forma en que operan las estructuras legales no siempre responde a lo que está escrito en estas, como sucede en México, ya que la forma en que se aplica la ley muchas veces es a través de lo que denominamos reglas no escritas, que Elinor Ostrom⁶ define como “reglas de forma, pero no de uso”⁷. Las Secretarías de Estado, de donde emanan todas estas leyes, están dominadas por estructuras mentales que son difíciles de ver y comprender, pero inciden en la forma en que se aplica la ley. Entender el funcionamiento de estas estructuras mentales es fundamental ya que forman parte de las reglas no escritas y del entorno institucional. El conocimiento no visible (por ejemplo, los hábitos) es difícil de descubrir, pero una vez revelado ayuda a entender cómo incide en el desarrollo de las organizaciones.

Furusten menciona que el entorno institucional es fundamental para conocer las estructuras invisibles o intangibles que circundan en la gestión de las organizaciones⁸. Las estructuras informales que conforman las normas legales están determinadas por la estructura legal de la que emanan, pero también por otros aspectos, como hábitos y costumbres permisibles. De tal forma que no es suficiente solo comprender las normas legales, que es lo más visible, sino también los aspectos que no lo son dentro de las mismas normas, por ejemplo, la forma en que se negocian los contratos de extracción de agua para embotellar, el abastecimiento de agua a las purificadoras para su venta, los permisos para abrir nuevas purificadoras, el pago de los impuestos, etc. A diferencia de las leyes o reglamentos, las reglas no visibles o intangibles se asocian, entre otros aspectos, con los modelos mentales⁹,

estructuras sociales y la trayectoria institucional o *path dependence*¹⁰, que también forman parte del entorno institucional. Las reglas informales son tan importantes que es difícil ir en contra de ellas.

Tanto los elementos tangibles (leyes) como intangibles o no visibles (ideas, percepciones, hábitos, ideologías, tendencias, modas, creencias, etc.) forman parte del entorno institucional en que están inmersas las transnacionales, las purificadoras y los consumidores.

El entorno institucional también contempla otros aspectos invisibles, como es el universo de las percepciones. Los ciudadanos, a pesar de tener una buena percepción sobre la calidad del agua potable que se distribuye en sus hogares, no la beben por desconfianza y, por el contrario, tienen confianza y buena percepción del agua que venden las purificadoras, cuando muchas veces no es así, ya que no se realizan pruebas de calidad de forma continua, ni las muestran a los consumidores.

Para entender mejor el mundo de las percepciones, North menciona que nuestro primer contacto con el entorno es a través de nuestros sentidos, pero también está lo invisible, como serían las creencias o percepciones¹¹. En la Ciudad México la percepción que se tiene del agua en términos generales es buena (a excepción de casos donde el agua del grifo sale amarillenta, como es el caso de la zona oriental), pero se sobrepone la desconfianza generalizada que nos rodea y no se bebe. Nadie lo hace desde hace tiempo, lo que es alimentado por la falta de información oficial sobre su calidad en todas las entidades del país. La desconfianza se ha hecho colectiva, y ha reforzado la creencia de que el agua de grifo no es de buena calidad, pero nadie tiene datos concretos sobre su calidad, es solo una percepción. Con el paso de los años esa creencia se ha replicado y se ha convertido en un modelo mental compartido¹², que ha sido transmitido de generación en generación y de norte a sur del país. La desconfianza sobre la calidad del agua no parte de información objetiva y constante sobre los parámetros de calidad, sino de percepciones y creencias. En el caso del agua que venden las purificadoras sucede algo parecido, pero a la inversa, ya que, aun no estando registradas legalmente y sin ofrecer información sobre los parámetros de su calidad, los ciudadanos tienen la percepción de que es mejor que el agua del grifo, aun cuando tampoco tengan información confiable sobre los parámetros establecidos por las normas sanitarias.

⁶ Ostrom, 2005.

⁷ De acuerdo con Ostrom, las reglas de uso son las reglas que en realidad son asumidas, es decir, son estructuras informales que no están diseñadas deliberadamente. Véase Caballero y Kingston, 2009, 158-159.

⁸ Furusten, 2013.

⁹ Los modelos mentales son representaciones internas que los sistemas cognitivos individuales crean para interpretar el entorno. Las instituciones son los mecanismos externos (a la mente) para estructurar y ordenar ese entorno. Véase Denzau y North, 1994, 4.

¹⁰ Acemoglu y Robinson, 2012.

¹¹ Denzau y North, 1994.

¹² Denzau y North, 1994.

El hábito de consumir agua embotellada surge de la incertidumbre y desconfianza sobre la calidad del agua potable, y se refuerza con la desconfianza de los ciudadanos hacia las instituciones que gestionan el abasto de agua potable en México. El hábito tan arraigado de consumir agua embotellada es hoy en día una regla no escrita en México difícil de cambiar¹³, lleva implícito un factor endógeno de conocimiento común, que ha evolucionado a lo largo de tres décadas, a través de las interacciones sociales entre los consumidores y que culminó con un sistema de creencias compartidas, que por el momento se mantiene estable y que en términos de Aoki se encuentra en un punto de equilibrio¹⁴. El entorno institucional basado en la desconfianza e incertidumbre generó un primer cambio de hábitos de los habitantes de esta ciudad en la década de los ochenta, que fue el de hervir el agua del grifo.

En la década de los noventa el entorno institucional cambió, la apertura económica abrió una oportunidad a empresas transnacionales como Nestlé y Danone, con gran experiencia en el mercado de agua embotellada en Europa. En este entorno también encontramos la falta de información institucional de instancias responsables del abasto y calidad del agua potable, como CONAGUA a nivel federal, y, en ese entonces, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y la Comisión de Aguas del Distrito Federal (CADF) en la Ciudad de México, lo que reforzó la incertidumbre entre la ciudadanía¹⁵.

Las transnacionales, a través de sus alianzas con empresas locales, lograron conocer el entorno de forma rápida, disminuir sus costos de transacción, pero sobre todo informaban y daban certeza de la calidad del agua que distribuían en el mercado, lo que incidió de forma positiva en las percepciones de los consumidores.

Conocer el entorno institucional permitió a las transnacionales interactuar con los individuos y organizaciones, conocer las reglas formales e informales, las normas, los sindicatos, a los líderes de opinión y tomadores de decisiones, los hábitos de los funcionarios

públicos y las organizaciones, así como combinar las interacciones entre todos los actores involucrados en su desempeño. Fundamentalmente les permitió disminuir la incertidumbre de la población, a través de la información de la calidad del agua que vendían, y generar un ambiente, hasta el día de hoy, de confianza entre los consumidores.

La alianza con empresas locales se tradujo en una transferencia del aprendizaje acumulado (trayectoria institucional), que permite disminuir los costos de transacción. Estas conocen la percepción respecto de la calidad del agua potable, el temor generalizado de los mexicanos de beberla, la organización para distribuirla, saben negociar los contratos, los espacios geográficos segmentados en que distribuían el agua de garrafón (depósito de 20 litros). Su conocimiento del mercado local, pero especialmente del entorno institucional, resultó ser un incentivo institucional que potenció las alianzas estratégicas de las ET con empresas locales para expandir su mercado en todo el territorio mexicano. En muchos casos conservaron marcas ya conocidas en mercados locales, que formaban parte del entorno.

Algunos factores invisibles en las coinversiones como la experiencia acumulada, los hábitos de las organizaciones y de los individuos, los modelos mentales, el tejido social y político, y el funcionamiento de sus propias redes de organización y distribución son contribuciones invaluable y, a ciencia cierta, no sabemos si son consideradas en las aportaciones de capital que se hacen cuando se realiza una alianza estratégica. Consideramos que posiblemente no lo sean con tanto detalle, además es difícil de cuantificar, se trata de aportaciones no visibles o intangibles (ideas, ideologías, códigos).

Este conocimiento fino del entorno lo han asimilado rápidamente las transnacionales gracias a las alianzas con las empresas locales. Han aprendido cómo son los *arreglos institucionales* con el Estado, poco transparentes, o, como decimos en México, las negociaciones por debajo de la mesa. Los tomadores de decisiones de las transnacionales analizan los factores económicos, pero no necesariamente las ideas, reglas, modas, conocimiento, ideologías, etc., a nivel local¹⁶.

El tejido de redes que van construyendo las ET es diferente en cada país, debido a que los entornos institucionales se conforman por muchos factores y actores. Un ejemplo claro son Estados Unidos y México, ambos son los principales consumidores de agua embotellada a nivel mundial pero sus entornos institucionales son

¹³ Montero, 2019.

¹⁴ Aoki, 2007.

¹⁵ La Secretaría de Salud de México emite y actualiza la norma de agua potable que se distribuye en los hogares, la cual debe ser apta para el consumo de acuerdo con los parámetros de la NOM-201-SSA1-2015, Productos y Servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias. La norma existe y se aplica a organismos públicos que distribuyen agua potable a los hogares, sin embargo, el problema es que la información no se distribuye entre la población y esto refuerza la incertidumbre, https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420977&fecha=22/12/2015#gsc.tab=0

¹⁶ Furusten, 2013, 13.

muy diferentes, y el origen de sus consumos también¹⁷, por lo que la estrategia, expansión y gestión de las ET en ambos países son muy diferentes¹⁸.

Las organizaciones públicas son otro actor importante; conocer los hábitos de organizaciones como CONAGUA o los sistemas operadores de agua potable que la distribuyen en las ciudades para obtener permisos de extracción de agua de pozos o de la red pública es fundamental. Estas organizaciones operan con reglas formales, pero también informales y, posiblemente, sean más importantes las segundas, ya que, al haber legalmente un límite en la extracción de agua para embotellar, surgen negociaciones que permiten una mayor extracción de la que se declara oficialmente. Conocer el entorno institucional permisivo entre lo público y lo privado, ha facilitado incrementar las ventas con bajos costos de transacción.

Los organismos públicos que distribuyen agua al formar parte del entorno institucional son actores clave, ya que su accionar político se relaciona principalmente con la toma de decisiones. Sin embargo, uno de los problemas del comportamiento de la burocracia mexicana es el de difundir información. Históricamente, en términos legales no hay obligatoriedad para difundir información sobre la calidad del agua potable que llega a los hogares, así como tampoco de otros temas que conciernen a la ciudadanía. La difusión de la información de la calidad del agua es un tema reciente, en algunos momentos en la Ciudad de México se ha proporcionado, pero no ha sido continua y no funciona de la misma forma en todo el país. En la burocracia mexicana esto se relaciona con la idea de mantener el poder, controlar la información o encapsularla cuando los datos no son favorables es una práctica común en México (se ha convertido en un hábito o regla no escrita). Por otra parte, los ciudadanos tampoco están acostumbrados a exigirla, es algo que ni se les ocurre. A la burocracia mexicana tampoco se le ocurre pensar que la falta de información sobre la calidad del agua potable refuerza la incertidumbre, y que, en cierta forma, mantiene a la ciudadanía dentro del circuito del consumo de agua embotellada.

Otras organizaciones públicas, como la Secretaría de Hacienda o la Secretaría de Salud, también refuerzan

los hábitos de consumo de agua embotellada, al permitir la expansión de expendios de venta de agua (purificadoras) sin controles fiscales y sanitarios. Su inacción, en cierta forma, incentiva y refuerza el surgimiento de un mercado informal de venta de agua embotellada, el cual se ha expandido en los últimos años, especialmente en el 2020, año de la pandemia. Muchas de estas purificadoras que operan en el mercado informal están en colusión con los abastecedores de agua en camiones cisterna o pipas, que suponemos operan también en la informalidad, ya que muchas de las purificadoras no disponen de agua en sus locales para venderla y las pipas les abastecen sin otorgar una factura, además de que no se conoce con precisión de dónde extraen o consiguen el agua que venden (aquí tenemos otro mercado informal de agua).

Las transnacionales llegaron a México en los noventa y en el 2000 aparecen las purificadoras en un entorno muy favorable determinado por la incertidumbre de los consumidores, la poca fiscalización y facilidades para abrir negocios, así como un control sanitario nada riguroso o inclusive inexistente. Las transnacionales, con su publicidad, incentivaron el consumo de agua de las purificadoras para aquellas familias de bajos y muy bajos ingresos, completando el círculo de consumidores. Las transnacionales les han ahorrado mucho en costos publicitarios a las purificadoras, que abren la oportunidad de consumir agua embotellada a un sector de bajos ingresos que, por percepción o emulación a una clase de más altos ingresos, también podían consumir agua embotellada.

El éxito de las purificadoras ha sido tal que se ha desarrollado un amplio mercado informal de agua embotellada, en virtud de que tienen incentivos institucionales, como la falta de controles hacendarios y sanitarios, que se complementan con la incertidumbre respecto de la calidad del agua potable o la falta de abasto. Esto representa un entorno institucional prometedor, ya que, a pesar de todas las irregularidades de estos pequeños expendios de agua, a los ciudadanos les da más certeza este sistema de abastecimiento, poco o nada regulado de agua para beber y, muchas veces en la clandestinidad, que el agua de su casa.

En tres décadas el entorno institucional ha reforzado el consumo de agua embotellada, a tal grado que el hábito está incrustado en la mayoría de los mexicanos, por lo que se ha convertido en un insumo institucional que favorece tanto a grandes empresas embotelladoras como a las purificadoras, particularmente a estas últimas en tiempos de pandemia.

¹⁷ En Estados Unidos el consumo de agua embotellada se relaciona principalmente con el poder adquisitivo —en ese país se distribuye agua de calidad en todos los hogares—, debido a que es una sociedad altamente consumista. En México el alto consumo de agua embotellada se atribuye a la incertidumbre y falta de información.

¹⁸ Montero, 2015. Zihua *et al.*, 2011.

¿Qué son los insumos institucionales? Estos se refieren al conjunto de elementos intangibles que las organizaciones deben conocer para operar en determinados mercados, es decir, las condiciones circundantes del medio institucional que caracteriza cierto mercado¹⁹.

El entorno institucional lleva implícito todo un entramado y, dentro de este, se van conformando los incentivos, las demandas e insumos institucionales en un país. Esto es importante porque las organizaciones, en este caso transnacionales y purificadoras, no solo deben satisfacer las demandas de mercado (suministro de materias primas, asignación de recursos y niveles de producción), sino también las demandas institucionales, que están determinadas por los actores y su comportamiento.

Tanto las transnacionales como las purificadoras han aprendido cómo negociar los derechos de propiedad para obtener concesiones para extraer el agua que embotellan (que comprende volumen y precio), la forma de negociar los permisos para legitimar el embotellamiento que enmarca las normas sanitarias, y cómo evadir la regulación en mercados informales del agua, entre otras cuestiones.

El análisis sobre el entorno institucional y los productos o insumos institucionales de Furusten constituye una aportación teórica fundamental ya que los elementos que las organizaciones encuentran en este, pueden materializarlos en conocimiento, ideas e información útil, que se pueden utilizar para ampliar su mercado y disminuir sus costos de transacción. Todo aquello que consiste en tendencias, modas, ideologías, cultura, hábitos, etc., y que conforma el entramado institucional, puede constituir un insumo institucional²⁰. Este conocimiento se encuentra en el entorno mismo, el cual evoluciona, con la salvedad de que algunos insumos se convierten en insumos institucionales para las empresas, sobre los cuales ya no tienen que invertir.

Todas las organizaciones incurren en costos de transacción como son la información, negociación, puesta en marcha y seguimiento de contratos, cabildeo, publicidad, etc. En el caso de nuestro país la percepción, a lo largo de tres décadas, de que el agua del grifo es de mala calidad reafirma el hábito del consumo de agua embotellada, por lo que, aun sin publicidad, las transnacionales

y purificadoras seguirán vendiendo garrafones de agua. Este hábito incrustado constituye una estructura invisible, que en términos de Furusten conforma un insumo institucional²¹.

Al inicio de las operaciones de las transnacionales parte de sus costos de transacción consistía en estrategias de *marketing* para convencer a los consumidores de comprar agua embotellada, pero con el paso del tiempo estos costos se transformaron en productos o insumos institucionales, ya que se materializaron en mayores ventas y sin necesidad de mucha publicidad; este principio rige también para las purificadoras.

El hábito tan arraigado de consumir agua embotellada debido a la incertidumbre y desconfianza en las instituciones²² se socializó y se manifiesta en los altos consumos. Está tan incrustado y autosostenido este hábito en toda la población que se materializó, y es el principal insumo institucional para las transnacionales y purificadoras.

Este insumo institucional es fácilmente demostrable, debido a los altos niveles de consumo y el incremento en el número de purificadoras, muchas de ellas operando en el mercado informal, con agua de calidad deficiente y posiblemente fuera de la norma, como veremos en el siguiente apartado. Mientras que las instituciones públicas que distribuyen agua potable en los hogares no ofrezcan información sobre su calidad y afirmen que se puede beber²³, y no regulen a las purificadoras en el mercado formal e informal, reforzarán los altos consumos de agua embotellada a través de lo que denominamos incentivos institucionales y reforzarán el insumo institucional del hábito de consumo, altamente valioso para las ET y purificadoras.

En tiempos de pandemia la demanda de agua embotellada se incrementó, principalmente la de las purificadoras. Este vuelco es importante y se vincula al entorno que vivimos desde que se inició la pandemia. Este cambio es debido al confinamiento, su menor costo, pérdida de empleos y/o reducción de los ingresos de los trabajadores, por lo que la gente consume agua a menor precio y de dudosa calidad, como veremos en el próximo apartado.

²¹ Furusten, 2013, 34.

²² Montero, 2019.

²³ Por norma de la Secretaría de Salud en México el agua que se distribuye en todo el país debe ser potable y apta para el consumo, ya que debe cumplir la norma establecida. En prácticamente toda la ciudad se cumple este requisito a excepción de la zona oriental de la Ciudad de México, donde el agua es de muy mala calidad.

¹⁹ Furusten, 2013.

²⁰ Furusten, 2013, 34-63.

Transnacionales²⁴ y purificadoras durante el Covid-19 en la Ciudad de México. ¿Quién gana?

En esta segunda parte presentamos el panorama general del consumo de agua embotellada durante la pandemia por Covid-19 en la Ciudad de México, donde se percibe un incremento en la demanda de agua debido al confinamiento, pero se registra un cambio de preferencias que favorece a las purificadoras, marcado por el desempleo y caída en los ingresos a raíz de la pandemia.

Los altos consumos de agua embotellada se presentan a lo largo y ancho de nuestro país, lo que hace que México sea el país número uno en consumo de agua embotellada per cápita, con un promedio de 390 litros al año en la Ciudad de México, y en alcaldías como Iztapalapa alcanza los 575 litros por persona al año, debido a la escasez y mala calidad del agua. Los líderes en este mercado son las transnacionales y las purificadoras, aunque recientemente han surgido otros actores más estructurados que las purificadoras, que mediante esquemas de franquicias²⁵ o división de negocios contribuyen a mantener un mercado cautivo, inelástico, exitoso y millonario.

Hace una década, en la Ciudad de México los hogares gastaron más de cuatro mil millones de pesos al año en la compra de agua embotellada²⁶, a esto se agrega lo que gastan empresas privadas, escuelas y oficinas públicas, que también representa un mercado muy atractivo. Esta cifra no ha disminuido ya que beber agua es una necesidad básica, y más en tiempo de pandemia. De hecho, en lo que va de la pandemia, de acuerdo con nuestras estimaciones, en México el gasto en la compra de agua embotellada se ha incrementado en más de un 140 %.

La pandemia en el país ha provocado miles de contagios, fallecimientos²⁷ y desempleo, pero también un mayor consumo de agua embotellada en los hogares. El confinamiento establecido ha generado un gasto adicional en la compra de agua, lo que incide negativamente en el gasto diario de las familias. En todos los hogares se ha incrementado el uso de agua debido al lavado de verduras y frutas, así como el lavado de manos constantemente, pero ante el desabasto de agua potable se utiliza agua embotellada.

En la Ciudad de México, previo a la pandemia, poco más de la mitad del mercado de agua embotellada lo dominaban las ET a través de sus diversas marcas (32 % Bonafont, 4 % Ciel, 9 % E-Pura y 10 % Electropura) y el 35 % era cubierto por las purificadoras. Estas últimas se han establecido principalmente en zonas de bajos y muy bajos ingresos²⁸ (equivalente a dos salarios mínimos)²⁹, lo que ha posibilitado que toda la población sea abastecida de agua embotellada, aunque muchas veces no cumplan con las normas sanitarias establecidas por la Secretaría de Salud; de acuerdo con estudios realizados, el 41,4 % de las purificadoras analizadas no cumplió con los estándares oficiales³⁰.

Muchas purificadoras operan sin permisos, evaden impuestos y normas sanitarias que establece la Secretaría de Salud. Sus costos de transacción son reducidos ya que no gastan en publicidad, en transporte, pago de impuestos y renovación de garrafones³¹, entre otros, es decir operan en la informalidad³². En el plano operativo, muchas carecen de su principal materia prima, que es el agua, y se abastecen de pipas o camiones cisterna que tampoco están del todo regulados, por lo que el costo por pipa también es muy bajo. Su éxito también se relaciona con la cercanía de los hogares, que implica un bajo costo de traslado, o muchas veces los mismos clientes van a la purificadora a rellenar sus garrafones. Funcionan con pocos empleados, que son contratados de manera informal (sin seguridad social ni prestaciones).

En el gráfico 1 se muestra que el número de purificadoras casi se ha triplicado en algunas zonas de la Ciudad de México, particularmente al oriente de la ciudad, como en las alcaldías Iztapalapa, Gustavo A. Madero e Iztacalco, donde se ubica un número importante de familias de bajos y muy bajos ingresos.

Algunos hogares hacen un consumo mixto de agua embotellada, para cocinar utilizan agua de la purificadora y para beber consumen agua de alguna marca de

²⁸ En la Alcaldía Iztapalapa se concentra una tercera parte del total de las purificadoras de la Ciudad de México.

²⁹ Montero, 2019.

³⁰ También encontraron que el 62 % fue positivo a bacterias coliformes y 21 % para E-Coli (citado en el periódico *El Economista*, 20 de agosto de 2020).

³¹ La renovación de garrafones es fundamental ya que al desgastarse desprenden nanopartículas que pueden generar cánceres en los órganos blandos de las personas. Actualmente no hay una norma que regule la caducidad de los garrafones, lo que pone en riesgo la salud. Ver Montero y Cardoso, 2016.

³² Tanto las transnacionales como las purificadoras deben cumplir con la NOM-201.SSA1-2015, pero estas últimas están poco o nada reguladas y por su gran número es difícil que les hagan constantemente pruebas de calidad del agua que venden, a pesar de que deberían hacerse porque es para consumo humano, como establece la norma.

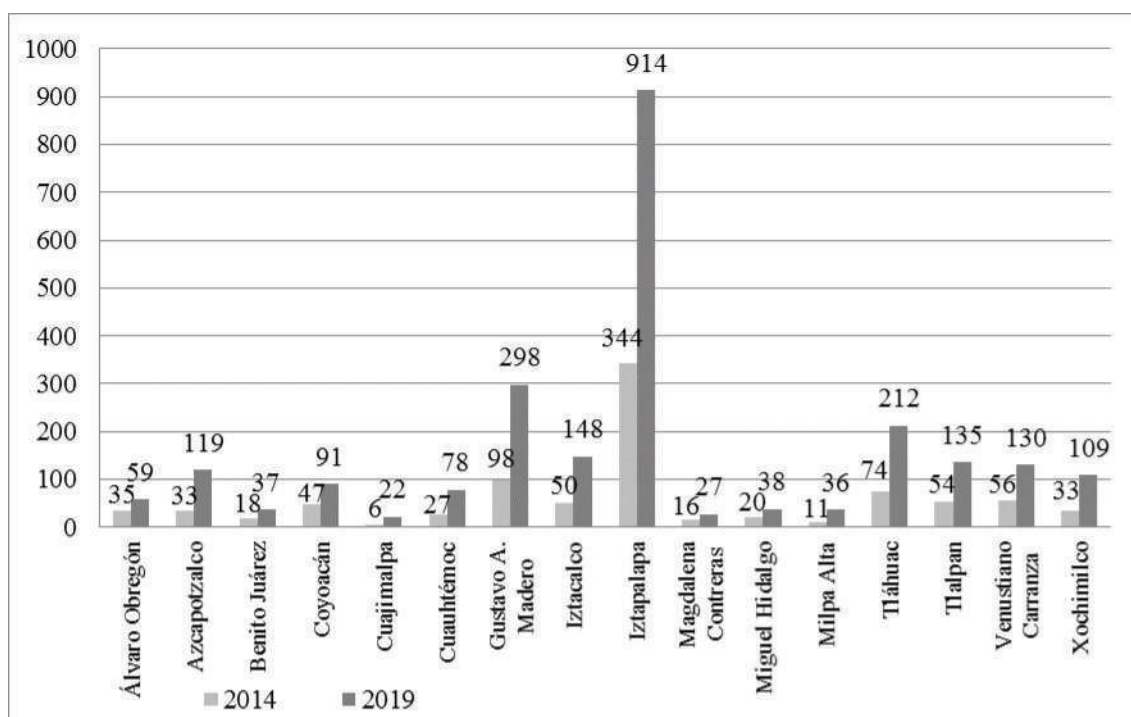
²⁴ Nos referimos a las cuatro principales transnacionales dentro del mercado y sus filiales en México: Nestlé, Danone, Coca Cola y PepsiCo.

²⁵ Se trata de empresas de talla mediana y lo novedoso es que operan a través de franquicias como la marca Agua Inmaculada.

²⁶ Montero *et al.*, 2011. Rodríguez, 2017.

²⁷ De acuerdo con datos oficiales el número de fallecidos es de más de 235 000, aunque hay otras estimaciones que indican que es el tripe.

Gráfico 1. Número de purificadoras por alcaldía en la Ciudad de México en 2014 y 2019



Fuente: elaboración propia con base en la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). INEGI, 2019.

las ET. Sin embargo, la crisis económica provocada por el Covid-19 ha generado que el consumo en el hogar se incline hacia el agua de purificadoras, debido entre otras cosas a los altos consumos por el confinamiento y la crisis económica.

El gasto promedio de las familias en la compra de agua embotellada es muy alto, pero, como se ha hecho costumbre, no lo perciben como un gasto extraordinario. En la tabla 1 se muestra lo que gastan los hogares, en promedio, por la compra de agua embotellada y lo que pagan por el consumo promedio de la tarifa por los derechos de agua que reciben en los hogares en cada alcaldía que conforma la Ciudad de México. Se observa que un litro de agua embotellada es 2.500 veces más cara que un litro del suministro de agua potable. Particularmente, llama la atención la Alcaldía Iztapalapa, ya que de las 16 que conforman la Ciudad de México es la más poblada y en la que los ingresos son los más bajos³³, es la que tiene más problemas de abasto de agua y la que ha reportado más contagios y decesos de Covid-19 en toda la Ciudad de México, así como a nivel nacional; el gasto promedio de agua embotellada en comparación con la tarifa es el doble.

La Alcaldía Iztapalapa es una zona de la ciudad donde la calidad del agua es mala y en buena medida abastecida por tandeo³⁴, acumuló casi el 15 % del total de los contagios de Covid-19 de toda la Ciudad de México, y registró, a mediados de agosto de 2020, 35.062 casos confirmados y 3.024 defunciones³⁵. Lo anterior se atribuye, entre otras cosas, a un alto grado de hacinamiento³⁶, a la falta de agua y a que muchos de los que ahí habitan son trabajadores informales que no han dejado de salir a la calle para llevar dinero a su casa.

Una breve estimación en la Ciudad de México nos señala un incremento del 140 % en el consumo de agua embotellada, es decir, que de un promedio de 2 a 3 garrafones de 20 litros por semana, se pasó a consumir de 5 a 7 por semana, lo que desde luego implicó un gasto adicional en los hogares (ver tabla 2).

En el caso de la Alcaldía Iztapalapa, el gasto estimado de los hogares por la compra de agua embotellada es de más del doble de lo que se consume normalmente, y de los más altos en la Ciudad de México.

³⁴ *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, consultada el 20 de abril 2020. https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX_20-04-2020_CTandeo_Pweb_1.pdf

³⁵ Consultar base de datos <https://datos.cdmx.gob.mx/explore/dataset/base-covid-sinave/table/>

³⁶ En un mismo predio pueden habitar hasta tres o cuatro familias. La densidad de población en esta demarcación es de las más altas en todo el país.

Tabla 1. Gasto de las familias en tarifa de agua potable y agua embotellada por alcaldía (delegación) en la Ciudad de México en 2011 (en pesos)

Delegación	Gasto promedio en tarifa de pago de agua mensual*	Gasto promedio en garrafones de 20 litros al mes**
Iztapalapa	106	226
Iztacalco	272	272
Coyoacán	176	313
Benito Juárez	162	244
Xochimilco	122	218
Miguel Hidalgo	328	243
Venustiano Carranza	66	206
Álvaro Obregón	173	211
Cuajimalpa	260	218
Magdalena Contreras	76	230
Tlalpan	132	226
Milpa Alta	50	189
Tláhuac	79	230
Cuauhtémoc	161	251
Azcapotzalco	173	247
Gustavo A. Madero	159	180

*Tarifa: 0,0006 ctvs Ll. **Agua emb: \$1,50 litro (2.500 veces más cara que el agua potable).

Fuente: elaboración propia con base en la información de la *Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal*, 2011. Montero et al., 2011.

En cuanto al gasto familiar en la compra de agua embotellada por nivel de ingresos, antes y durante la pandemia, tenemos que el impacto negativo por la compra de agua embotellada es mayor en las familias de bajos ingresos, donde se ha duplicado, y en las de menores ingresos se ha triplicado, y es aún más grande durante la pandemia (gráfico 2).

La situación se torna cada vez más difícil debido a la disminución de la actividad económica y cierre de muchas empresas, que ha generado un alto desempleo que afecta a toda la Ciudad de México. En la Alcaldía Iztapalapa muchos de los empleos son informales, sin un ingreso seguro, y la compra de agua se convierte en un gasto importante e ineludible.

En México muchos de los contagios y defunciones por el Covid-19 se asocian a comorbilidades provocadas por la diabetes e hipertensión, principalmente, en parte debido al consumo de refrescos y comida con

Tabla 2. Gasto promedio estimado en agua embotellada durante Covid-19 por alcaldía (delegación) en la Ciudad de México en 2011 y 2020 (en pesos)

Delegación	Gasto promedio en tarifa de pago de agua mensual	Gasto promedio estimado* en garrafones de 20 litros al mes durante Covid-19
Iztapalapa	226	546,92
Iztacalco	272	658,24
Coyoacán	313	757,46
Benito Juárez	244	590,48
Xochimilco	218	527,56
Miguel Hidalgo	243	588,06
Venustiano Carranza	206	498,52
Álvaro Obregón	211	510,62
Cuajimalpa	218	527,56
Magdalena Contreras	230	556,60
Tlalpan	226	546,92
Milpa Alta	189	457,38
Tláhuac	230	556,60
Cuauhtémoc	251	607,42
Azcapotzalco	247	597,74
Gustavo A. Madero	180	435,60

*Incremento estimado en un 142 %, a partir de un aumento en el consumo de 2-3 garrafones a la semana a 5-7. En promedio, en Iztapalapa se consume un garrafón diario.

Fuente: elaboración propia con base en la información de la *Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal*, 2011. Montero et al., 2011, y estimación actualizada al 2020.

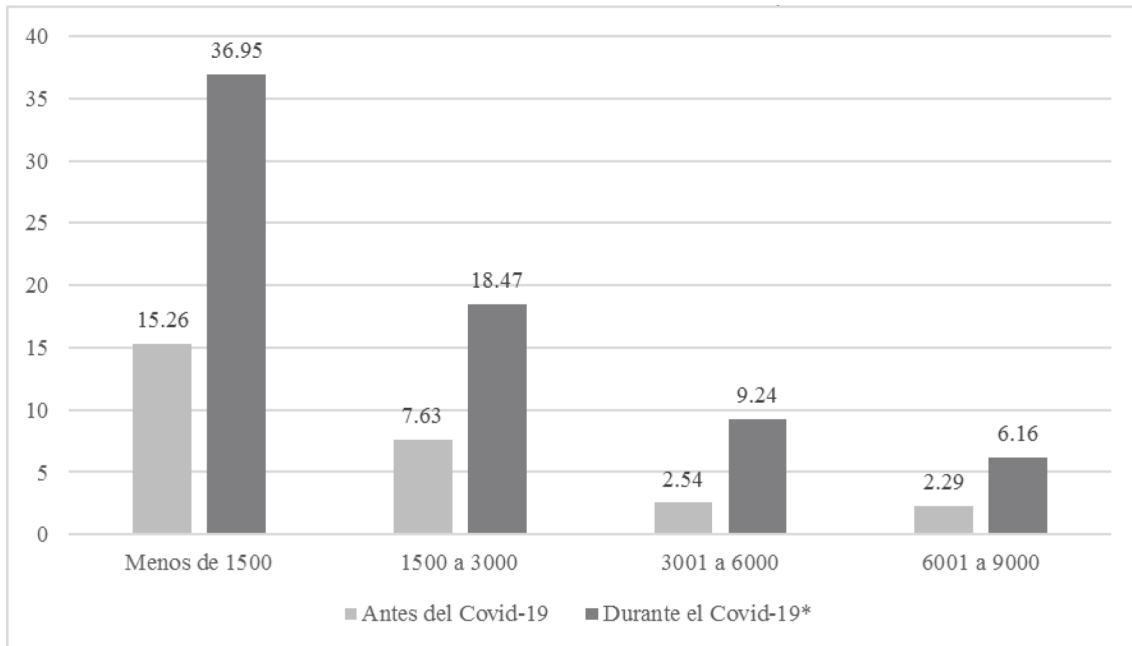
poco contenido nutricional³⁷, que son producidos por las mismas transnacionales que venden agua embotellada en México. Los efectos en el gasto que hacen las familias por la compra de refrescos durante la pandemia (gráfico 3) presentaron un ligero descenso, posiblemente por el temor a las comorbilidades asociadas a la diabetes y sobrepeso³⁸.

Si comparamos el gasto mensual que hacen las familias en la compra de refrescos y agua embotellada, se observa que era ligeramente mayor en agua embotellada en relación con los refrescos, pero no había una gran

³⁷ Un estudio reveló que México es el principal consumidor de ultraprocesados o comida "chatarra" en América Latina. De acuerdo con Joaquín Marrón Ponce del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), el consumo de estos productos en México se incrementó un 30 % en los últimos años. Citado en *Publimetro.com*, 3 de febrero de 2021.

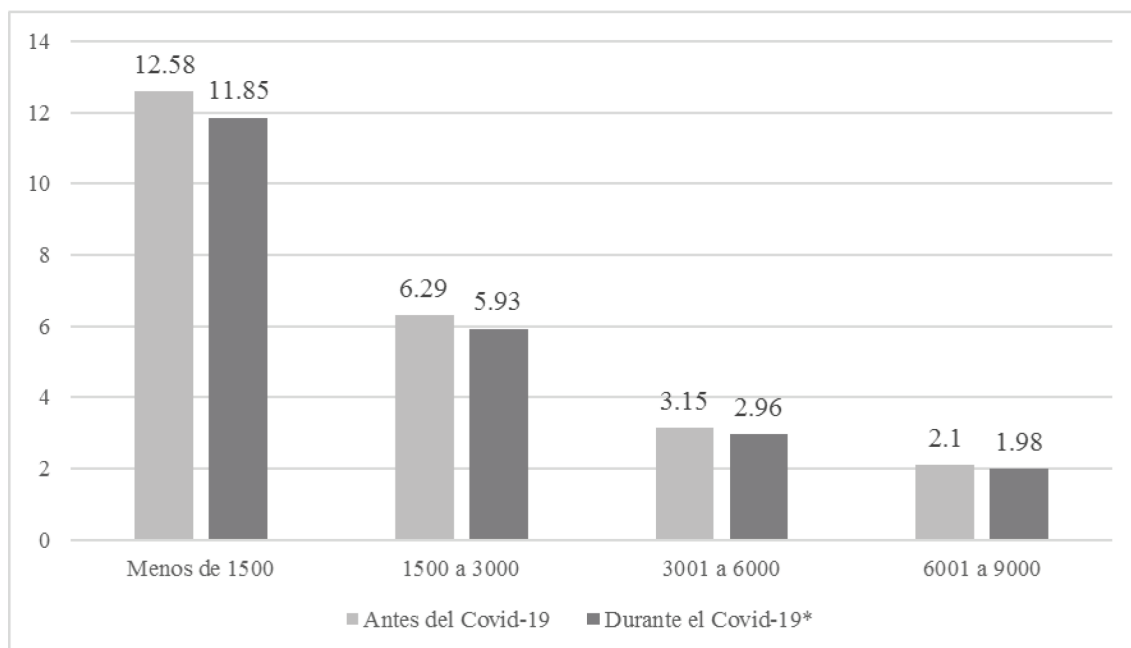
³⁸ Un número importante de la población mexicana padece diabetes y sobrepeso, y a nivel infantil México ocupa el primer lugar a nivel mundial.

Gráfico 2. Efecto del gasto en compra de agua embotellada como porcentaje del nivel de ingreso familiar en la Ciudad de México en 2011 y 2020



Fuente: elaboración propia con base en la información de la *Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal*, 2011. Montero *et al.*, 2011, y estimación actualizada al 2020.

Gráfico 3. Efecto del gasto en la compra de refresco como porcentaje en el nivel de ingreso familiar en la Ciudad de México en 2020



Fuente: elaboración propia con base en la información de la *Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en los Hogares (ENIGH)*. INEGI, 2020.

diferencia. Sin embargo, durante la pandemia el gasto que realizan los hogares en compra de agua embotellada³⁹ casi se ha triplicado, mientras que la de refrescos ha disminuido ligeramente (gráfico 4). Además, una leve disminución en la venta de refrescos no afecta de manera importante a las empresas refresqueras como PepsiCo y Coca Cola, ya que también venden agua embotellada.

El exceso en la demanda de agua embotellada que ha generado la coyuntura sanitaria por el Covid-19 ha reconfigurado el mercado de consumo y ha removido los patrones más o menos tradicionales, pero no ha modificado el hábito de consumo.

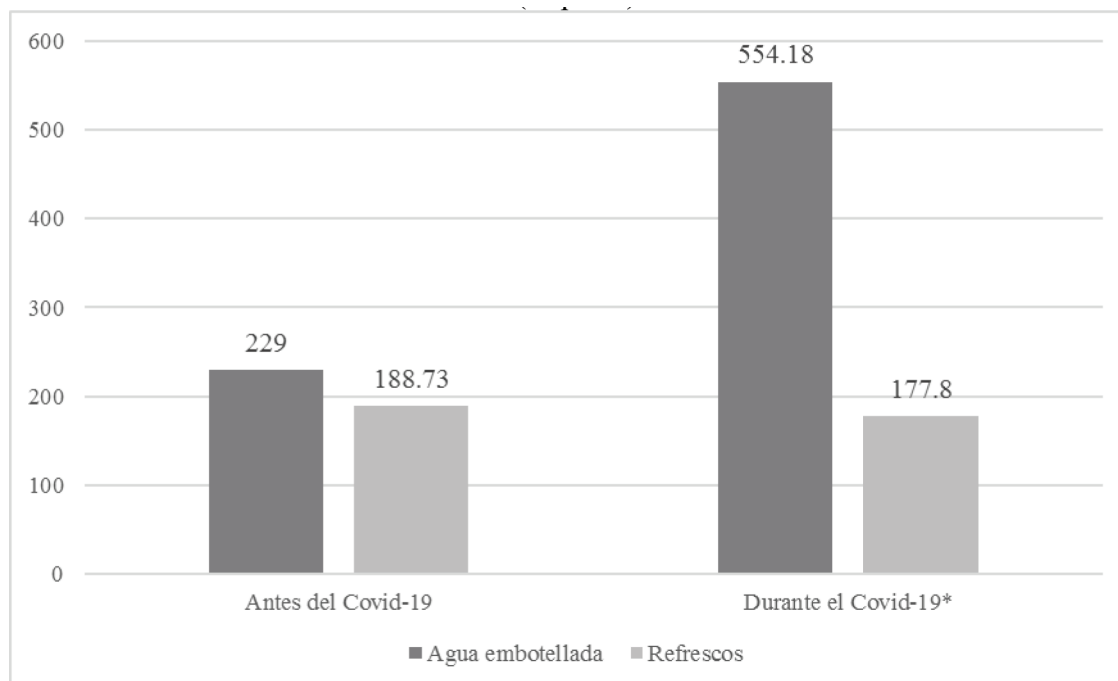
Algunas marcas de las transnacionales han resultado afectadas y las purificadoras han sido las más beneficiadas, debido a la emergencia sanitaria y la crisis económica asociadas al Covid-19.

Para las purificadoras se configuró un círculo virtuoso, son negocios que no cerraron durante la pandemia, incrementaron sus ventas y no enfrentaron problemas ni costos asociados con la regulación. A pesar de no estar organizadas como las ET, ya desde antes de la pandemia atendían a un mercado importante y daban

servicio a domicilio, y en la pandemia se incrementó y consolidó su círculo virtuoso. En el caso de las principales marcas de las ET, tenían ya un mercado exitoso antes de la pandemia, pero al cambiar las condiciones laborales de muchos hogares, sus ventas bajaron no debido a sus estrategias, sino a los cambios de preferencia relacionados con la caída en los ingresos de los consumidores. El confinamiento y la crisis económica le quitaron una considerable cuota de mercado a las marcas de las ET, sobre todo en las ventas de garrafones.

En el 2020 se consolidó un tercer grupo de abastecedores de agua embotellada, que no pertenece a las ET ni a las purificadoras, y que surgió de forma independiente. Se trata de Agua Inmaculada, empresa que otorga franquicias de purificadoras en la Ciudad de México (CDMX) y en las principales ciudades del país. Bebbia es otra empresa que forma parte de la empresa Rotoplas, que vende sistemas de purificación de agua a través de instalación de filtros de agua en los hogares. Este tipo de negocios no compiten con las purificadoras, más bien complementan el mercado de agua embotellada y abastecen a familias de nivel de ingreso intermedio, se ubican entre las ET y las purificadoras.

Gráfico 4. Gasto mensual en compra de agua embotellada y refrescos antes y después del Covid-19 en la Ciudad de México en 2011 y 2020 (en pesos)



Fuente: elaboración propia con base en la información de la *Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal*, 2011. Montero et al., 2011, y *Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en los Hogares* (ENIGH). INEGI, 2020.

³⁹ Principalmente de las purificadoras, que es más económica.

La cuota de mercado de las empresas que operan como franquicia o con servicios de filtros no se compara con la cuota que representan de manera agregada los miles de pequeños establecimientos que venden agua embotellada. Suponemos que están más reguladas y cuentan con mayores controles de calidad.

Este sistema de franquicias de agua embotellada ha tenido buen desempeño en la CDMX, y sigue el mismo patrón de comportamiento de las purificadoras, ubicándose en alcaldías muy pobladas, con altos índices de marginación y problemas de abastecimiento de agua, como Iztapalapa y Gustavo A. Madero. Aunque hay que remarcar que abarcan también a un mercado de clase media, que se ubica en otras alcaldías de mayores ingresos, a diferencia de las purificadoras tradicionales (ver gráfico 5).

En el 2020 muchas empresas suspendieron actividades, pero los negocios de agua embotellada, considerados esenciales, siguieron funcionando. La oferta no disminuyó, al contrario, se incrementó debido a la necesidad de beber más agua por el confinamiento, pero las preferencias cambiaron.

La crisis económica generada por el Covid-19 generó desempleo y, en muchos casos, reducción en el nivel de ingresos de muchas familias, por lo que los hogares, ante el confinamiento e incremento de consumo de agua al

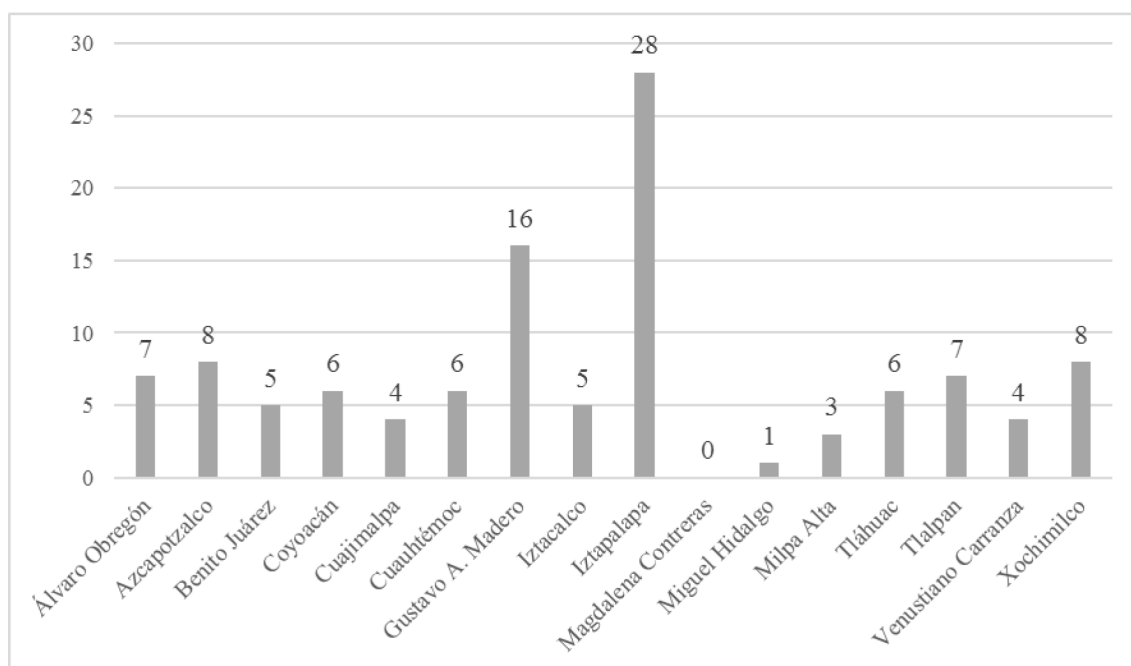
interior del hogar, orientaron su mermado ingreso a la compra de agua más económica, que se tradujo en una reorientación en el gasto dedicado a la compra de agua embotellada de las purificadoras.

De acuerdo con la más reciente *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares* del INEGI, en un trimestre el gasto de los hogares en agua sumó 11 mil 306 millones de pesos, monto mayor del que se destina a la compra de enseres domésticos, que suma 9 mil 921 millones de pesos, y cerca de una tercera parte de los 29 mil 107 millones de pesos gastados en cuidados de la salud en los mismos períodos⁴⁰.

Las ventas de agua embotellada de las ET en presentaciones de medio y un litro se vieron impulsadas al inicio de la pandemia. Sin embargo, en los momentos más críticos, y ante el cierre de negocios y el confinamiento en las casas, estas presentaciones disminuyeron, mientras que las purificadoras abastecieron con sus garrafo-nes de 20 litros los diferentes sectores de la población, sobre todo a los más vulnerables, debido al incremento en el desempleo y caída en los ingresos.

De acuerdo con datos de la Asociación Nacional de Productores y Distribuidores de Agua Purificada (Anpdapac), durante 2020 el confinamiento en los hogares, así como el *home office* ocasionados por la pandemia de

Gráfico 5. Número de purificadoras de la marca Agua Inmaculada por alcaldía en la Ciudad de México en 2019



Fuente: elaboración propia con base en la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). INEGI, 2019.

⁴⁰ Citado en el periódico *La Jornada*, 2 de abril de 2021.

Covid-19, impactaron hasta en un 40 % en las ventas de agua embotellada de las marcas Bonafont (Danone), Ciel (Coca-Cola) y E-pura (PepsiCo). En contraste, se incrementó la demanda de garrafones de purificadoras y sistemas de purificación⁴¹.

Otras estimaciones muestran que, en 2020, la embotelladora Coca-Cola Femsa (KOF) reportó en México una caída del 26 % en su volumen de ventas de agua embotellada en presentaciones de menos de cinco litros. Por su parte, Danone reportó que su categoría de agua embotellada se contrajo un 16,8 %. Otras firmas como Arca Continental y Cultiba registraron una disminución de 5,9 y 3,8 %, respectivamente. En venta de garrafones la que tuvo mejor desempeño fue Arca Continental con un incremento de 1,6 % anual, seguido de Coca-Cola Femsa que tuvo un incremento marginal de 0,5 % anual en sus ventas.

En contraste, se observa un incremento en las ventas de agua abastecida por purificadoras y empresas que operan como franquicia (Agua Inmaculada cuenta con 11.000 puntos de venta y el costo por garrafón es más económico que el de las ET) cuyos ingresos se incrementaron en un 60 %. Mientras, el sistema de purificación de agua Bebbia, de Rotoplas, duplicó el número de consumidores respecto al 2019, al conseguir más de cuarenta y cuatro mil unidades solicitadas. Las cinco ciudades con mayor demanda en sus servicios fueron la Ciudad de México, Monterrey, Cancún, León y Saltillo⁴².

Si al servicio que brindan Bebbia y Agua Inmaculada se le suma las más de dieciséis mil purificadoras que operan en todo el país, los ingresos por venta de agua de garrafón en 2020 alcanzaron los 20.652 millones de pesos, 6,4 % más que en 2019, de acuerdo con el INEGI, que con mucho supera lo que se paga en tarifa de agua potable que llega a los hogares en el país.

Según NielsenIQ⁴³, el 59 % de los mexicanos confirma que cambiarán a la opción de menor costo entre sus marcas y productos favoritos para ahorrar dinero, por lo que más de la mitad de los mexicanos prefirieron comprar agua de purificadoras y marcas de bajos precios.

En un balance costo-beneficio, las purificadoras han tenido una mayor demanda mientras que en el caso de las transnacionales, aunque lograron compensar sus pérdidas de agua embotellada con otros negocios de sus carteras de productos, sus beneficios han sido marginales.

Las purificadoras pese a operar en la informalidad, no estar organizadas, no incurrir en gastos de publicidad, no aprobar la mayoría de las veces las pruebas de calidad sanitaria, y de ser negocios muy pequeños que operan con menos de cinco empleados, han sido las más beneficiadas durante la pandemia. La interrogante es si pasando la coyuntura sanitaria seguirán ganando mercado. Lo que prevemos en el corto plazo es que el virus continuará, por lo que se ve difícil que se modifiquen los patrones de consumo mientras no se recupere la economía.

Conclusiones

El entorno institucional en México ha sido determinante para las empresas grandes o pequeñas que venden agua embotellada. Los tres conceptos teóricos que hemos analizado y que conforman el entorno institucional nos han permitido mostrar que el consumo y cambio de preferencia no cambiarán en el corto plazo.

Hemos visto que las instituciones públicas al no regular a las purificadoras, a través de un registro de estas como cualquier otro negocio, y hacer que cumplan con los estándares de calidad, como establece la norma de la Secretaría de Salud para la venta de agua embotellada, son el mejor incentivo institucional para que estos negocios se desempeñen fuera de la norma. A su vez, esta circunstancia incentiva la aparición de nuevos expendios de agua embotellada dentro del mercado informal, lo que podría acarrear enormes riesgos a la salud. Otro elemento que se agrega a los incentivos institucionales es la falta de información oficial respecto de la calidad del agua potable que llega a los hogares, esto mantiene la incertidumbre en las familias respecto de la calidad del agua, mientras que las transnacionales aprovechan este vacío de información proporcionándola en su publicidad, y de esta forma mantienen un mercado cautivo.

El segundo concepto de insumo institucional se asocia a un hábito tan arraigado de consumir agua embotellada que, aun sin publicidad, los mexicanos continuarán consumiendo; este hábito es parte de los insumos de las ET y purificadoras, con la diferencia de que ya no les cuesta, ya que se replica en el entorno.

Respecto al tercer concepto de demandas institucionales, que se refiere a las demandas intangibles del mercado, vemos que las tendencias se orientan hacia la fuerte demanda de agua embotellada. Estas demandas institucionales se relacionan con modas, creencias,

⁴¹ Citado en el periódico *El Financiero*, 24 de marzo de 2021.

⁴² De acuerdo con información de la Asociación de Empresas de la Industria del Plástico, 22 de abril de 2021.

⁴³ Citado en el periódico *El Financiero*, 24 de marzo de 2021.

ideologías, etc. En este caso es una demanda que no cambia en cantidades, pero sí en preferencias, y están relacionadas con el entorno institucional caracterizado por la crisis económica derivada de la pandemia.

La demanda sigue siendo inelástica pero las preferencias han cambiado, posiblemente no por propio gusto de los consumidores sino por el entorno institucional que se conformó debido al confinamiento, la pérdida de empleos, la disminución de los sueldos en muchos casos y el cierre de empresas, que han afectado los ingresos familiares. Las familias han cambiado sus preferencias, pero no han dejado de consumir agua embotellada, ya que no se puede suprimir ni sustituir.

Antes de la pandemia el mercado estaba bastante delimitado, ya que las clases medias y altas compraban principalmente agua de las ET, mientras que las familias de bajos y muy bajos ingresos compraban preferentemente de las purificadoras, pero al tener un entorno marcado por el desempleo y una disminución en los ingresos en muchos hogares de clases media y baja, las preferencias se han ajustado hacia las purificadoras.

El mercado del agua embotellada es uno de los sectores de la economía que ha reportado amplias ganancias durante la pandemia. Aun si el agua de las purificadoras es de dudosa calidad, la consumen porque le tienen más confianza que la que llega a los hogares, aun cuando no sea verdad. Durante el tiempo que lleva la pandemia la oferta de agua embotellada no se ha alterado, inclusive podríamos decir que hay exceso de oferta, pero lo que ha cambiado son las preferencias de los consumidores.

En el caso de la Ciudad de México se han otorgado apoyos y vales para alimentos en muchos hogares durante los meses de pandemia, pero nadie se ha puesto a pensar en el enorme gasto que realizan las familias en la compra de agua embotellada. A ningún funcionario gubernamental local o federal se le ha ocurrido distribuir agua embotellada en los hogares. Las autoridades no perciben el enorme gasto, que denominamos gasto hormiga, que es constante y en aumento.

Mientras que las instituciones públicas no cambien los incentivos institucionales que otorgan a purificadoras y grandes empresas, seguirán fomentando el consumo de agua embotellada y reforzarán también el principal insumo institucional para pequeñas y grandes empresas, que es el hábito de comprar agua embotellada. Los consumidores, al ignorar que el agua de las purificadoras no es de tan buena calidad, seguirán

adquiriéndola y se reafirmará el círculo vicioso, que puede incluso atentar contra la salud de los mexicanos. En el corto plazo no se ve ningún cambio favorable para la población que desembolsa miles de pesos anualmente en la compra de agua embotellada.

Las reflexiones anteriores nos llevan a afirmar que, en el entorno institucional determinado por la pandemia en México, las grandes ganadoras han sido principalmente las purificadoras, a cuyos diversos incentivos se suma la crisis económica.

Bibliografía


- Acemoglu, D.; Robinson, J.** 2012: *Por qué fracasan los países: Los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza*. Barcelona (España), Crítica.
- Aoki, M.** 2007: "Endogenizing Institutions and Institutional Changes". *Journal of Institutional Economics*, 3 (1), 1-31. DOI: 10.1017/S1744137406000531
- Asociación de Empresas de la Industria del Plástico.** 2021: *El Covid-19 disminuyó un 40 % las ventas de agua en México*. <http://www.clusterplasticos.org/el-covid-19-disminuyo-un-40-las-ventas-de-agua-embotellada-en-mexico/> Consulta realizada el 22 de abril de 2021.
- Caballero, G.; Kingston, C.** 2009: "Comparing theories of institutional change". *Journal of Institutional Economics*, 5 (2), 151-180. DOI: <https://doi.org/10.1017/S17441374090001283>
- Denzau, A.; North, D.** 1994: "Shared Mental Models: Ideologies and Institutional". *International Review for Social Sciences*, 47 (1), 3-31. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1994.tb02246.x>
- El Economista*. "Un alto porcentaje de purificadoras de agua en la CDMX incumplen estándares". <https://www.economista.com.mx/arteseideas/Un-alto-porcentaje-de-purificadoras-en-la-CDMX-incumple-estandares-20200820-0117.html> Publicado el 20 de agosto de 2020.
- El Financiero*. "El Covid-19 tira a 40% las ventas de agua embotellada en México". <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/covid-19-tira-hasta-40-las-ventas-de-agua-embotellada-en-mexico-en-2020/> Publicado el 24 de marzo de 2021.
- Furusten, S.** 2013: *Institutional Theory and Organizational Change*. Cheltenham (United Kingdom), Edward Elgar Publishing.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** 2019: *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/> Consulta realizada el 25 de marzo de 2020.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** 2020: *Encuesta Nacional de Ingreso Gasto en los Hogares (ENIGH)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/> Consulta realizada el 24 de marzo de 2021.
- La Jornada.* "México, el mayor consumidor de agua en el mundo". <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/04/02/economia/mexico-el-mayor-consumidor-de-agua-embotellada-en-el-mundo/> Publicado el 2 de abril de 2021.
- Matés-Barco, J.M; Rojas-Ramírez, J.J.P. (Eds.).** 2018: *Agua y servicios públicos en España y México*. Jaén, UJA Editorial, y Universidad de Guadalajara (México), 293 págs.
- Montero, D.** 2015: *Transnacionales, gobierno corporativo y agua embotellada. El negocio del siglo XXI*. Ciudad de México (México), Ediciones Del Lirio-UAM-I.
- Montero, D.** 2019: *Instituciones y actores. Un enfoque alternativo para entender el consumo de agua embotellada en México*. Ciudad de México (México), UAM-I-Tirant Humanidades.
- Montero, D. et al.** 2011: *Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal*, 2011. Ciudad de México (México), ICyTDF.
- Montero, D.; Cardoso, J.** 2016: "El agua embotellada y los contenedores de plástico. ¿Qué tan confiables son?". *Boletín de la Sociedad de Química de México*, 10 (2), 22-26. http://bsqm.org.mx/pdf-boletines/V10/V10N2/7_Agua_Potable_2016_2.pdf
- Ostrom, E.** 2005: *Understanding Institutional Diversity*. Princeton (United States), NJ, Princeton University Press.
- Publimetro.com "México incrementó 30% el consumo de productos ultraprocesados". <https://www.publimetro.com.mx/mx/nacional/2021/02/03/mexico-incremento-30-el-consumo-de-productos-ultra-procesados.html> Consulta realizada el 3 de febrero de 2021.
- Rodríguez, L.** 2017: "Demanda de agua potable de calidad crea lucrativo negocio en la Ciudad de México". <http://www.cronica.com.mx/notas/2017/1025182.html> Consulta realizada el 17 de mayo de 2017.
- Zhuhua, Hu. et al.** 2011: "Bottled Water: United States Consumer and their Perceptions of Water Quality". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(2), 565-578. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph8020565>


Análise de políticas públicas municipais de pagamento por serviços ambientais hídricos através do Índice de Avaliação de Políticas Públicas: o estado do Rio de Janeiro (Brasil) como modelo de estudo

Analysis of municipal public policies for payment for water environmental services through the Public Policy Assessment Index: the state of Rio de Janeiro (Brazil) as a study model


Marcelo dos Santos Ferreira

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, Brasil
sf.marcelo@gmail.com |  ORCID: 0000-0002-0806-7491


João Gomes de Siqueira

Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, Brasil
joasiqueirauenf@gmail.com |  ORCID: 0000-0001-5705-4278

Vicente de Paulo Santos de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, Brasil
vsantos@iff.edu.br |  ORCID: 0000-0002-5981-0345

David de Andrade Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, Brasil
david.costa@iff.edu.br |  ORCID: 0000-0003-1814-5892

Informação sobre o item

Recebido: 22/06/2022

Revisado: 03/12/2022

Aceito: 11/05/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.6976

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

Neste trabalho propõe-se analisar as Políticas Públicas Municipais (PPMs) de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) Hídrico do estado do Rio de Janeiro, com a aplicação do Índice de Avaliação de Políticas Públicas (IAPP). As PPMs foram levantadas através de buscas virtuais pelas extensões “rj.gov.br” e “rj.leg.br” com palavras-chave “Política Municipal de Pagamentos por Serviços Ambientais” e associadas, além da literatura científica. O IAPP possui 12 parâmetros organizados em dois elementos de análise: Gestão e Impacto, com pontuação máxima de 1,0 e classificação “Iniciante”, “Satisfatório”, “Superior” e “Avançado”. Foram encontradas 20 PPMs de PSA Hídrico. O município de Rio Claro/RJ-Brasil, conveniado com o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) regional, obteve a melhor pontuação, 0,8, com classificação “Superior”. Mais de 50 % das PPMs são “Iniciantes”, indicando necessidade de desenvolvimento. A participação dos CBHs é opção relevante as PPMs estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Políticas Públicas Municipais, Legislação Municipal, Benefícios Ecosistêmicos Hídricos, Gestão, Impacto.

ABSTRACT

This work proposes to analyze the Municipal Public Policies (PPMs) of Payment for Environmental Services (PSA) Water in the state of Rio de Janeiro, with the application of the Public Policy Assessment Index (IAPP). The PPMs were raised through virtual searches for the extensions “rj.gov.br” and “rj.leg.br” with keywords “Municipal Policy for Payments for Environmental Services” and associated keywords, in addition to the scientific literature. The IAPP has 12 parameters organized into two elements of analysis: Management and Impact, with a maximum score of 1.0 and classification “Beginner”, “Satisfactory”, “Superior” and “Advanced”. 20 PPMs of Water PSA were found. The municipality of Rio Claro/RJ-Brazil, which has an agreement with the regional Hydrographic Basin Committee (CBH), obtained the best score, 0.8, with a “Superior” classification. More than 50 % of PPMs are “Beginners”, indicating a need for development. The participation of CBHs is a relevant option for the studied PPMs.

KEYWORDS: Municipal Public Policies, Municipal Legislation, Water Ecosystem Benefits, Management, Impact.

Análisis de las políticas públicas municipales de pago por servicios ambientales hídricos a través del Índice de Evaluación de Políticas Públicas: el estado de Río de Janeiro (Brasil) como modelo de estudio

RESUMEN

Este trabajo propone analizar las Políticas Públicas Municipales (PPM) de Pago por Servicios Ambientales (PSA) Agua en el estado de Río de Janeiro, con la aplicación del Índice de Evaluación de Políticas Públicas (IAPP). Los PPM se levantaron a través de búsquedas virtuales de las extensiones “rj.gov.br” y “rj.leg.br” con las palabras clave “Política Municipal de Pagos por Servicios Ambientales” y palabras clave asociadas, además de la literatura científica. El IAPP cuenta con 12 parámetros organizados en dos elementos de análisis: Gestión e Impacto, con una puntuación máxima de 1,0 y clasificación “Principiante”, “Satisfactorio”, “Superior” y “Avanzado”. Se encontraron 20 ppm de agua PSA. El municipio de Rio Claro/RJ-Brasil, que tiene convenio con el Comité de Cuenca Hidrográfica (CBH) regional, obtuvo la mejor puntuación, 0,8, con clasificación “Superior”. Más del 50 % de los PPM son “Principiantes”, lo que indica una necesidad de desarrollo. La participación de los CBH es una opción relevante para los PPM estudiados.

PALABRAS CLAVE: Políticas Públicas Municipales, Legislación Municipal, Beneficios del Ecosistema Acuático, Administración, Impacto.

Analyse des politiques publiques municipales de paiement des services environnementaux de l'eau à travers l'indice d'évaluation des politiques publiques: l'État de Rio de Janeiro (Brésil) comme modèle d'étude

RÉSUMÉ

Ce travail propose d'analyser les politiques publiques municipales (PPM) de paiement pour les services environnementaux (PSA) de l'eau dans l'État de Rio de Janeiro, avec l'application de l'indice d'évaluation des politiques publiques (IAPP). Les PPM ont été relevés grâce à des recherches virtuelles des extensions “rj.gov.br” et “rj.leg.br” avec les mots-clés “Municipal Policy for Payments for Environmental Services” et les mots-clés associés, en plus de

la littérature scientifique. L'IAPP comporte 12 paramètres organisés en deux éléments d'analyse: Gestion et Impact, avec une note maximale de 1,0 et une classification “Débutant”, “Satisfaisant”, “Supérieur” et “Avancé”. 20 PPM de PSA dans l'eau ont été trouvés. La municipalité de Rio Claro/RJ-Brésil, qui a un accord avec le Comité régional de bassin hydrographique (CBH), a obtenu le meilleur score, 0,8, avec une classification “Supérieur”. Plus de 50 % des PPM sont des “Débutants”, indiquant un besoin de développement. La participation des CBH est une option pertinente pour les PPM étudiées.

MOTS-CLÉ: Politiques Publiques Municipales, Législation Municipale, Bénéfices de l'Écosystème de l'Eau; La Gestion; Impact.

Analisi delle politiche pubbliche municipali per il pagamento dei servizi idrici ambientali attraverso il Public Policy Assessment Index: lo stato di Rio de Janeiro (Brasile) come modello di studio

SOMMARIO

Questo lavoro si propone di analizzare le Politiche Pubbliche Municipali (PPM) di Pagamento per Servizi Ambientali (PSA) Acqua nello stato di Rio de Janeiro, con l'applicazione dell'Indice di Valutazione delle Politiche Pubbliche (IAPP). I PPM sono stati rilevati tramite ricerche virtuali delle estensioni “rj.gov.br” e “rj.leg.br” con parole chiave “Politica Comunale per i Pagamenti dei Servizi Ambientali” e parole chiave associate, oltre alla letteratura scientifica. L'IAPP ha 12 parametri organizzati in due elementi di analisi: Management e Impact, con un punteggio massimo di 1.0 e classificazione “Principiante”, “Soddisfacente”, “Superiore” e “Avanzato”. Sono stati trovati 20 PPM di Water PSA. Il comune di Rio Claro/RJ-Brasile, convenzionato con il Comitato Regionale di Bacino Idrografico (CBH), ha ottenuto il punteggio migliore, 0,8, con una classificazione “Superiore”. Più del 50 % dei PPM sono “Principianti”, il che indica la necessità di sviluppo. La partecipazione dei CBH è un'opzione rilevante per i PPM studiati.

PAROLE CHIAVE: Politiche Pubbliche Comunali, Legislazione Comunale, Benefici dell'Ecosistema Idrico, Gestione, Impatto.

Introdução

O movimento conservacionista, de caráter global, vem buscando formas viáveis e mais equitativas de aplicar escassos recursos financeiros em ações destinadas à manutenção de serviços ecossistêmicos. Os PSAs –também chamados de pagamentos por serviços ecossistêmicos, de ecocompensação, de incentivos econômicos, de recompensas e de transferências de dinheiro¹– são uma tentativa importante nessa direção, tornando-se cada vez mais populares nas últimas décadas.

O conceito mais aceito de PSA foi elaborado por Wunder², tratando-se, portanto, de uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental, bem definido, é adquirido por, pelo menos, um comprador de um fornecedor, sob a condição de que este garanta a provisão do serviço (condicionalidade).

Os serviços ambientais (SAs) são benefícios obtidos pela sociedade e são derivados direta ou indiretamente das funções do ecossistema, como forma de garantia da sobrevivência humana. Esse conceito leva em conta, como fonte desses serviços, tanto os ecossistemas naturais quanto os modificados pelo homem, podendo ser organizados em quatro categorias: Provisão, Regulação, Cultural e Suporte³.

Os serviços ambientais hídricos, objeto de análise nesse trabalho, segundo Brauman et al. “abrange os benefícios para as pessoas, produzidos pelos efeitos do ecossistema terrestre na água doce”⁴. Bergkamp e Smith⁵ os definem como “serviços de bacias hidrográficas”, o que representa os benefícios que as pessoas obtêm de ecossistemas em uma bacia hidrográfica. Cardozo, Diniz e Szlafsztain destacam os usos múltiplos desses serviços:

“Um mesmo corpo d’água pode oferecer vários serviços ecossistêmicos: provisão de água e de recursos pesqueiros, processamento de resíduos, ciclo de nutrientes etc. Por sua vez, a provisão de água, junto com outras formas de capital, origina vários benefícios ecossistêmicos: água tratada para consumo humano, água para irrigação, transporte de carga e passageiros e hidroeletricidade”⁶.

Os serviços ambientais são considerados externalidades e têm características de bens públicos. São externalidades positivas, visto que são ações que envolvem benefício direto à sociedade, a exemplo da mitigação dos impactos das mudanças climáticas⁷. Seehusen e Prem definem externalidades como:

“Externalidades são efeitos não intencionais da decisão de produção ou consumo de um agente econômico, que causam uma perda (ou um ganho) de bem-estar a outro agente econômico. Esta perda (ou ganho) não é compensada e é comumente excluída dos cálculos econômicos dos agentes”⁸.

Instrumentos econômicos como PSAs são baseados no conceito de internalização das externalidades e, nesse sentido, “[...] os agentes econômicos devem incorporar em suas decisões os custos, ou, no caso dos serviços ambientais, os benefícios de suas atividades com efeitos ao meio ambiente”⁹. Possati et al.¹⁰ destacam que no Brasil os governos utilizam impostos e subsídios como instrumentos desse processo de internalização.

Com a escassez, esses serviços se tornam objetos potenciais de comercialização e, assim sendo, surge o PSA, cuja ideia central “[...] é que os beneficiários externos destes serviços paguem de maneira direta, contratual e condicionada os proprietários e usuários locais, pela adoção de práticas que assegurem a conservação e restauração dos ecossistemas”¹¹.

A principal característica dos acordos de PSA está no foco direcionado à manutenção do fluxo de um determinado “serviço ambiental” em troca de benefícios econômicos. No entanto, o fator crítico desses acordos é o cenário da vantagem “adicional”, numa perspectiva de que o pagamento traz benefícios que não existiriam de outra forma. Esse último fator vai além da relação entre a movimentação financeira e a entrega e a manutenção de um serviço ambiental, como destacam Wunder et al.¹².

Os pagamentos podem ser vistos como uma fonte adicional de renda, sendo uma forma de recuperar os investimentos feitos em práticas conservacionistas do solo, que permitem o fornecimento dos serviços ecossistêmicos¹³.

¹ Wunder et al., 2020.

² Wunder, 2005.

³ Costanza et al., 1997. MEA, 2003.

⁴ Brauman et al., 2007.

⁵ Bergkamp; Smith, 2006.

⁶ Cardozo; Diniz; Szlafsztain, 2023.

⁷ Seehusen; Prem, 2012.

⁸ Seehusen; Prem, 2012, 28.

⁹ Seehusen; Prem, 2012, 31.

¹⁰ Possati et al., 2021.

¹¹ Wunder, 2005.

¹² Wunder et al., 2009.

¹³ ANA, 2012.

O PSA enquanto instrumento possibilita a participação dos vários atores sociais interessados na gestão ambiental, permitindo a participação democrática por meio de incentivos financeiros. Essa visão favorece a implementação e a efetivação dos ideais buscados pelo princípio do direito ambiental do Protetor-Recebedor¹⁴. O princípio é também chamado na literatura por protetor-beneficiário, provedor-recebedor e preservador-recebedor¹⁵.

A maioria dos PSAs existentes compreendem serviços ambientais associados a uma das quatro vertentes representadas por: conservação de serviços hídricos, retenção ou captação de carbono, conservação da biodiversidade e conservação de beleza cênica, sendo os dois primeiros os de maior incidência no Brasil¹⁶.

Até o ano de 2018 foram levantados mais de 550 programas ativos de PSA na comercialização de serviços de água, biodiversidade e carbono florestal em todo o mundo¹⁷. No Brasil desde 2000 são destacadas na literatura 130 iniciativas de PSA¹⁸. Historicamente desde da início do Programa de Desenvolvimento Sustentável da Produção Familiar Rural da Amazônia (PROAMBIENTE)¹⁹ (2000), as ações de incentivo à conservação de serviços ambientais estão predominantemente focadas na compensação financeira, seja no PSA pelo pagamento aos agricultores provedores dos serviços ambientais e técnicas sustentáveis de produção, seja no mercado de carbono.

No que se refere ao mercado de carbono o país vem num movimento de regulamentação das Cotas de Reserva Ambiental e das Cotas de Retribuição Socioambiental para que se alcance um mercado ativo de carbono de florestas associado a compensações de obrigações legais de composição/ recomposição de reserva legal, e ajustes legais de conduta ambiental. As mobilizações desenvolvidas, tanto sob a égide de políticas públicas como de iniciativas privadas, marcam presença em todo o país. Entre legislações municipais e estaduais²⁰ há destaque para políticas geradas nos estados do Amapá, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Piauí, Rio Grande do Sul e São Paulo. No tocante à iniciativa privada, destacam-se

a Bolsa Verde do Rio de Janeiro (BVRio)²¹ e a Brasil Mata Viva (BMV)²² com ações nos estados do Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rio de Janeiro e Tocantins.

Outra abordagem de grande relevância abrange o incentivo fiscal e o tributário, levando-se em conta a remuneração e a renúncia de pagamentos. A política de repasse de alíquota do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) aplicada a ações socioambientais –ICMS Ecológico– executada pelos estados é um exemplo de realocação de recursos já arrecadados. Atualmente os repasses são feitos a municípios de 17 estados brasileiros.

Na lógica da renúncia de pagamentos, os proprietários de imóveis urbanos e rurais podem ser beneficiados. A isenção total ou parcial do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) pode ser concedida àqueles que seguirem os critérios de boas práticas conservacionistas ambientais. Nesse sentido, o Município de Rio das Ostras/RJ²³, pela Lei nº 2.615/2022, definiu como critérios para a certificação como imóvel sustentável: gestão dos resíduos e da reciclagem; gestão e economia de água; eficiência energética, através da geração da própria de fonte renovável; e construção com materiais sustentáveis.

Estão também passíveis de renúncia tributária os proprietários das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) de áreas urbanas e rurais. Os Decretos nº 1.922/ 1996 e 5.746/ 2006 regulamentam sobre a isenção do Imposto Territorial Rural (ITR)²⁴ de áreas de suas unidades de conservação privadas. Mecanismo similar vem sendo aplicado em diversas normas estaduais e municipais para novas RPPNs criadas e reconhecidas pelo poder público equivalente. O município de Três Rios, através da Lei nº 4.784/2021, que regulamenta a criação e reconhecimento de RPPN no território, concede as isenções acima, com destaque ao ITR que requer que a área destinada à unidade de conservação represente mais de 30 % da área total do imóvel.

Apesar da forte presença de iniciativas de PSAs com viés monetário, a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), em seu *caput* aponta opções de abordagens não monetárias.

“Art. 3º São modalidades de pagamento por serviços ambientais, entre outras:

¹⁴ Treméa; Treméa, 2008.

¹⁵ Gutierrez; Fernandes; Rauen, 2017.

¹⁶ Coelho et al., 2021. Wunder et al., 2009.

¹⁷ Salzman et al., 2018.

¹⁸ ANA, 2021. Coelho et al., 2021. Guedes; Seehusen, 2012. Manfredini; Gamero; Cardoso, 2014. Pagiola; Von Glehn; Taffarello, 2013. Prado et al., 2019. Vieira; Alves, 2019.

¹⁹ Costa, 2008.

²⁰ Lei nº 18.104/2013. Decreto nº 810, 2016. Decreto nº 1.583, 2016. Decreto nº 6.378, 2017. Lei nº 7.033, 2017. Lei nº 2.353, 2018. Lei nº 5.509, 2018. Lei nº 2.413, 2019.

²¹ BVRio, 2022.

²² BMV, 2022.

²³ Lei nº 2.615, 2022.

²⁴ Decreto nº 1.922, 1996. Decreto nº 5.746, 2006.

- I pagamento direto, monetário ou não monetário;
- II prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas;
- III compensação vinculada a certificado de redução de emissões por desmatamento e degradação;
- IV títulos verdes (*green bonds*);
- V comodato;
- VI Cota de Reserva Ambiental (CRA), instituída pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012²⁵.

Alinhados com a lei federal, Silva e Montibeller-Filho²⁶ ressaltam que a adoção de mecanismos de compensação não monetários, isoladamente ou em conjunto com a remuneração monetária, podem ser de grande relevância, visto que são capazes de possibilitar maior amplitude no espectro de negociação entre as partes envolvidas, como maior efetivação de sistemas de PSA. Considerando a demanda orçamentária das áreas temáticas a serem executadas nos territórios, ao poder público, enquanto comprador dos serviços, essa estratégia pode ser vantajosa.

Coelho et al.²⁷, em levantamento, apontam 68 iniciativas de PSA hídrico criadas no Brasil até o ano de 2017, sendo a maioria dessas experiências instituída legalmente como programas nos âmbitos estadual (31) e municipal (29). O principal programa de PSA Hídrico do país é o “Produtor de Água” (PA) da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), com 29 ações em andamento em todo o país²⁸, aporte de cerca de 12,5 milhões de dólares –ou 50 milhões de reais, com cotação do dólar americano a 4 reais– para execução de ações em campo, incluindo restauração florestal, conservação de solo e saneamento rural.

Com o marco legal instituído pela PNPSA, Lei nº 14.119/2021, foram ratificados os serviços ambientais descritos na lei de proteção da vegetação nativa –“Novo código florestal”–, Lei nº 12.651/2012, Art. 41, inciso I, definindo uma base mais sólida para o estabelecimento de políticas públicas envolvendo o tema.

No âmbito da norma legal, considerando-se os níveis federal, estadual e municipal, é possível observar uma variedade de construções, variando de normas autorizadas a criação das políticas públicas a normas já regulamentadas. De forma similar para a implantação das ações e apresentação de resultados também há grande diversidade, sendo possível encontrar de políticas

públicas apenas promulgadas a modelos de execução nacional. Nesse sentido, é possível identificar lacunas entre teoria e prática, e entre criação e execução da política no cumprimento das premissas de PSA.

Dentro dessa problemática, o objetivo nesse trabalho é analisar as PPMs de PSA Hídrico e PSA Múltiplo com abordagem hídrica, tratadas a partir de agora como PSA Hídrico, do estado do Rio de Janeiro quanto ao seu desenvolvimento, considerando a conexão entre sua concepção teórica e sua aplicação prática. Para tal será aplicado o IAPP proposto, tendo essas PPMs como modelo de aplicação.

A partir do objetivo apontado são levantadas as seguintes questões: As políticas públicas municipais de PSA Hídrico estão presentes de forma significativa no estado do Rio de Janeiro? Quantos municípios se mobilizaram na criação e desenvolvimento de políticas públicas locais de PSA? Qual o nível de consolidação dessas políticas municipais, para um desenvolvimento além da existência da norma legal? Quais os gargalos e potenciais encontrados para o desenvolvimento dessas políticas?

Para esse fim, foram realizadas pesquisas exploratórias e descritivas por meio de revisão bibliográfica, análise de legislação e documentos de políticas/programas, disponibilizados pelo poder público municipal e outros gestores de iniciativas de PSA.

Modelo de estudo

O recorte territorial analisado para estudo de caso é o estado do Rio de Janeiro, com 92 municípios, e o rio Paraíba do Sul como manancial de grande relevância para o abastecimento humano e demais usos múltiplos (Figura 1).

No presente estudo analisa-se o PSA enquanto instrumento econômico, através de políticas públicas municipais com repasse de recursos aos produtores rurais, e com execução por formas não monetárias. Para o Brasil, Frickmann e Scarpeline²⁹ apontam cinco formatos de financiamento para a conservação de serviços ambientais:

1. instrumentos econômicos,
2. instrumentos fiscais e tributários, como o repasse do ICMS Ecológico;
3. cotas de reserva ambiental;
4. concessões de turismo
5. concessões florestais.

²⁵ Lei nº 14.119, 2021.

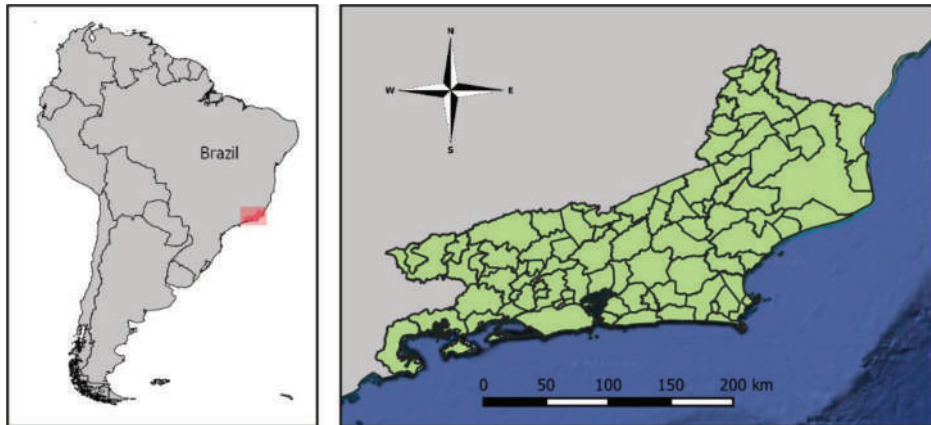
²⁶ Silva; Montibeller-Filho, 2011.

²⁷ Coelho et al., 2021.

²⁸ ANA, 2012; 2020; 2021.

²⁹ Frickmann; Scarpeline, 2021.

Figura 1. Localização da Área de estudo: Estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: elaborado pelos autores.

O modelo operacional dos PSAs analisado é o da ação realizada com interveniência do poder público enquanto gestor da captação de recursos financeiros e da destinação dos mesmos aos público-alvo.

Procedimentos metodológicos

A primeira fase do estudo, que teve como foco a pesquisa de políticas públicas de PSA numa amostragem geral, foi iniciada com o levantamento bibliográfico das experiências brasileiras de PSA por meio das bases Google, Google Scholar e Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO). Utilizou-se como termos de busca: “pagamento por serviços ambientais” e “serviços ambientais”, assim como seus correspondentes em inglês, “payment for environmental services” e “environmental services”. Além disso, também foram consultadas artigos de revisão sobre o tema e livros.

Após essa fase preliminar, procedeu-se à consulta dos trabalhos dos seguintes autores: Campanili³⁰, Coelho et al.³¹, Guedes e Seehusen³², Manfredini, Gamero e Cardoso³³, Pagiola, Von Glehn e Taffarello³⁴, Prado et al.³⁵ e Vieira e Alves³⁶, além do portal do programa PA da ANA. Os dados encontrados foram sistematizados

em planilhas segundo seu estado da federação, município ou região de localização e nomenclatura atribuída na ementa. Foram selecionadas iniciativas de políticas públicas, incluídos todos os programas nas situações de articulação, implementação e conclusão.

Com base em ementas seguiu-se para a consulta de políticas públicas municipais do estado do Rio de Janeiro. Para tal foi utilizada a busca personalizada na base Google pelos sites que continham a extensão “rj.gov.br” e “rj.leg.br”. De forma complementar, foram realizadas buscas direcionadas em portais de legislação adotados por vários municípios: “<https://leismunicipais.com.br/>”, apoiadas em verificações nos Diários Oficiais Municipais (DOMs).

Como expressões-chave, retiradas das ementas das normativas encontradas na literatura preliminar, foram utilizadas: “Institui a Política Municipal de Pagamentos por Serviços Ambientais” ou “Institui o Programa Municipal de Pagamentos por Serviços Ambientais”, “autoriza o Poder Executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais”, bem como a expressão “Dispõe sobre” em substituição à palavra “Institui”.

A expressão “Cria o Fundo Municipal de Pagamentos por Serviços Ambientais”, presente em algumas ementas, também foi utilizada. Considerando a extensão das formas de PSA foram também consultadas as expressões-chave: “Institui a Política Municipal de Mudanças Climáticas”, “Institui a Política Municipal sobre Mudança do Clima”, “Estabelece política e normas para o Ecocrédito”, “Dispõe sobre os procedimentos para a criação e reconhecimento de Reserva Particular do Patrimônio Natural”; “autoriza o Chefe do Poder Executivo a efetuar repasse do ICMS” e “Dispõe sobre o Programa IPTU Verde”.

³⁰ Campanili, 2015.

³¹ Coelho et al., 2021.

³² Guedes; Seehusen, 2012.

³³ Manfredini; Gamero; Cardoso, 2014.

³⁴ Pagiola; Von Glehn; Taffarello, 2013.

³⁵ Prado et al., 2019.

³⁶ Vieira; Alves, 2019.

Buscas com expressões específicas relacionadas ao PSA Hídrico abordaram os termos e variações: “conservador das águas”, “produtor de água” e “protetor das águas”.

As normativas –em geral, leis e decretos– foram consultadas para coleta e sistematização dos parâmetros a serem avaliados. Dentre os parâmetros gerais, destacam-se: serviços ambientais atendidos, formas de financiamento da iniciativa, regulamentação, mecanismos de valoração de serviços ambientais, seleção de provedores e de áreas prioritárias para ação, e forma de gestão do PSA.

Índice de Avaliação de Políticas Públicas

Para a análise das políticas públicas municipais de PSAs Hídrico, através das informações consolidadas enquanto modelo de aplicação, foi desenvolvido o IAPP, similar ao índice proposto por Monteiro et al.³⁷. O índice apresenta duas abordagens de análise: Global e Específica, através de dois elementos: Gestão e Impacto. Estão associados ao IAPP os critérios da eficácia e impacto, segundo padrão de referência absoluto³⁸.

A abordagem global refere-se à atribuição de indicadores mínimos, presentes na maioria das normas legais brasileiras, configurando um padrão aplicável a qualquer política pública nacional. A abordagem específica retrata as peculiaridades da política pública a ser avaliada pelo índice.

Através do elemento Gestão, o IAPP visa avaliar a política pública através da capacidade dos gestores, levando em conta a programação e planejamento definidos no *caput* das normas legais instituídas. Para o elemento Impacto, são observados os resultados à sociedade e aos atores do arranjo aplicado. Os elementos são compostos por indicadores, que através de parâmetros específicos definem a pontuação final do índice. O diagrama da Figura 2 traz o resumo da organização do índice.

Para o estudo de caso analisado nesse trabalho, modelo de aplicação do IAPP, os indicadores do elemento Gestão estão apresentados e justificados a seguir, já adaptados às PPMs de PSA Hídrico, objeto de estudo. Os três primeiros indicadores referem-se aos indicadores globais. Os parâmetros de análise são apresentados no Quadro 1:

1) Formas de financiamento (G_{Fin}): O financiamento de PSA no Brasil não dispõe de uma fonte de recurso

própria assegurada. Via de regra, em municípios de menor porte, com menos de 100 mil habitantes, o orçamento municipal possui baixa capacidade para suprimento da política como fonte única, necessitando de complemento de receita para esse fim. Em geral, há a previsão de destinação de parcela do ICMS Ecológico ao Fundo Municipal do Meio Ambiente (FMMA)³⁹ ou seu equivalente e a aquisição de recursos oriundos de convênios, de parcerias e de projetos com entidades do poder público e da iniciativa privada. Dessa forma, analisar como a legislação prevê a arrecadação com vistas à implantação e à manutenção dos programas de PSA, é o objetivo desse indicador. As formas de financiamento foram mapeadas no corpo do texto legislativo.

- 2) Regulamentação da norma legal (G_{Reg}): As normas legais no Brasil trazem em seu *caput* um levantamento dos principais parâmetros de análise sobre o tema. Em geral, para os principais mecanismos de ação da política pública não são dados detalhamento, com essas definições previstas em norma regulamentadora a ser publicada posteriormente. Avaliar a demanda de regulamentação, e a instituição de normas que atendam a essa complementação prevista é o ponto desse indicador.
- 3) Criação de Conselho Gestor (G_{CG}): A fim de garantir a participação da sociedade nos processos associados a uma política pública, consta nos instrumentos previstos a composição de um Conselho Gestor, em geral criado no *caput* da norma ou previsto de regulamentação posterior. Avaliar a forma de gestão participativa das políticas públicas estudadas é o objetivo desse indicador.
- 4) Mecanismos de seleção e contratação de provedores (G_{Prov}): Os mecanismos para seleção e contratação de provedores são os pontos de acesso para a adesão dos produtores rurais aos programas de PSA. Avaliar como a norma legal define essas ações é a função desse indicador.
- 5) Cálculo da valoração do PSA (G_{Val}): A fim de atribuir valores aos serviços ambientais contemplados pela política pública de PSA, um cálculo de valoração é associado. No Brasil há diversos formatos de valoração de serviços ambientais em vigor, como destacam FGB et al.⁴⁰: cálculo do custo de oportunidade, Percentual de Abatimento de Erosão (PAE) das prá-

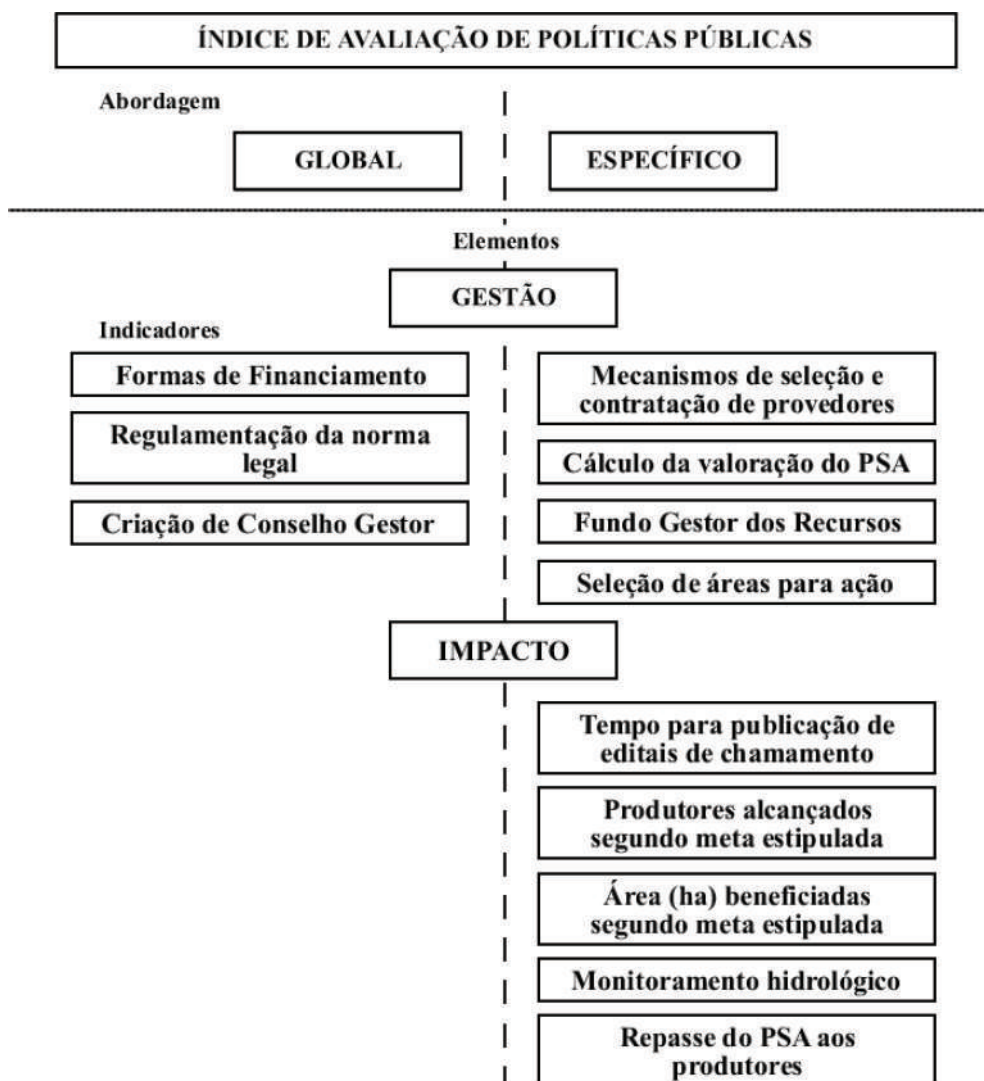
³⁷ Monteiro et al., 2020.

³⁸ Costa; Castanhar, 2003.

³⁹ Decreto nº 046, 2021a.

⁴⁰ FGB et al., 2018.

Figura 2. Diagrama de avaliação proposto pelo IAPP



Fonte: elaborado pelos autores.

ticas de conservação de solo, cálculo a partir do indexador Unidade de Valor Financeiro (UVF) e de fórmulas que levam em consideração outros fatores, cálculo baseado na qualidade biótica da vegetação e na região fitogeográfica ou um arranjo destas. Tais formatos são a realidade de diversos programas como o PA da ANA ⁴¹, Oasis da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza ⁴² e Mananciais do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP)⁴³. Nesse sentido, a forma de cálculo de valoração ambiental adotada pela política pública, no caput da norma legal, é analisada por esse indicador.

- 6) Fundo gestor dos recursos (G_{Fundo}): A gestão pública brasileira, a fim de garantir orçamento para investimento em áreas relevantes, institui fundos temáticos para direcionamento de recursos específicos. Para a conservação ambiental dos municípios em estudo, geralmente essa ação é viabilizada através de aporte financeiro associado à pasta ambiental. O PSA faz parte dos temas apoiados pelo fundo ambiental, contudo, considerando a diversidade de demandas de natureza ambiental direta e indireta, o montante de valores necessário à execução dos programas de PSA pode ser comprometido. Uma solução prática adotada é a criação de fundo específico para a política de PSA. A fim de avaliar as garantias de recursos ao tema PSA, a definição do fundo gestor é realizada por esse indicador.
- 7) Seleção de áreas para ação ($G_{Áreas}$): Os mecanismos para a seleção de áreas para a ação de implantação

⁴¹ ANA, 2022.

⁴² FGB et al., 2017.

⁴³ CEIVAP, 2022.

Quadro 1. Indicadores de Gestão do Índice de Avaliação de Políticas Públicas para a análise de desempenho das políticas públicas municipais de pagamentos por serviços ambientais hídrico no estado do Rio de Janeiro

Indicador	Pontuação/Parâmetros de avaliação	Fórmula
Formas de financiamento	1: Orçamento municipal 1: Convênios 1: Doações 1: Fundos 1: Cobrança pelo uso da água	$G_{Fin} = \frac{\text{Somadapontuação}}{5}$
Regulamentação da norma legal	0: Não Requer 1: Aguarda regulamentação 2: Regulamentada 3: Norma completa	$G_{Reg} = \frac{\text{Melhorpontuação}}{3}$
Criação de conselho gestor	0: Não indica 1: Secretaria Municipal Ambiental 2: Conselho Municipal 3: Conselho próprio PSA	$G_{CG} = \frac{\text{Melhorpontuação}}{3}$
Mecanismos de seleção e contratação de provedores	0: Não definida 1: Não define e prevê regulamentação 2: Define parcialmente e requer regulamentação para complemento 3: Define totalmente	$G_{Prov} = \frac{\text{Melhorpontuação}}{3}$
Cálculo da valoração do PSA	0: Não definida 1: Não valora e prevê regulamentação 2: Parcialmente com regulamentação 3: Definida	$G_{Val} = \frac{\text{Melhorpontuação}}{3}$
Fundo gestor dos recursos	0: Não definido 1: Fundo ambiental 2: Fundo próprio para o PSA	$G_{Fundo} = \frac{\text{Melhorpontuação}}{2}$
Seleção de áreas para ação	0: Não definida 1: Não define e prevê regulamentação 2: Define parcialmente e requer regulamentação para complemento 3: Define totalmente	$G_{Áreas} = \frac{\text{Melhorpontuação}}{3}$

Fonte: elaborado pelos autores.

do PSA e para posterior manutenção do serviço ambiental junto aos provedores escolhidos são a chave para o desenvolvimento da política pública. Esse indicador avalia como a norma legal define essas ações.

Para todos os indicadores, com exceção do G_{Fin} , foi utilizado o cálculo pela Melhor opção. O G_{Fin} , teve a pontuação final dada pela Soma de opções, considerando suas múltiplas possibilidades de pontuação.

Para a análise referente ao elemento Impacto ($E_{Impacto}$) foram consultados páginas/portais virtuais referentes as políticas estudadas, artigos científicos referentes aos PSAs, bem como livros lançados sobre as PPMs. Os indicadores são apresentados a seguir, com os parâmetros de análise organizados no Quadro 2.

1) Tempo para publicação de editais de chamamento ($I_{Editais}$): O PSA é uma ação de conservação do meio ambiente em benefício da sociedade. Desse modo, a participação de produtores rurais, especificamente os mantenedores dos serviços ambientais, é realiza-

da através de chamada pública. Esse fator demonstra a execução dos primeiros passos da aplicação da política pública. Avaliar a agilidade do poder público municipal nessa fase do processo facilita a mobilização e a adesão dos produtores.

- 2) Produtores alcançados segundo meta estipulada (I_{Prod}): Considerando a etapa de chamamento dos provedores de serviços ambientais, o número de produtores alcançados pode dimensionar a robustez e eficácia do programa em execução pela política pública municipal.
- 3) Área em hectares (ha) - beneficiada segundo meta estipulada ($I_{Área}$): A área de intervenção do projeto é uma métrica importante para avaliar a eficácia do programa em execução em comparação com a meta estabelecida em edital e/ou planejamento geral da política.
- 4) Monitoramento hidrológico (I_{MonH}): O PSA Hídrico, em questão nesse estudo, resulta, como impacto direto, na melhoria dos recursos hídricos. Nesse sentido, o monitoramento hidrológico é a medida apropriada para avaliar o alcance da meta propos-

Quadro 2. Indicadores de Impacto do Índice de Avaliação de Políticas Públicas para a análise de desempenho das políticas públicas municipais de pagamentos por serviços ambientais hídrico no estado do Rio de Janeiro.

Indicador	Pontuação/Parâmetros de avaliação	Fórmula
Tempo para publicação de editais de chamamento	0: Não publicado 0,1 a 1: Publicado de 1 mês a 10 anos	$I_{Editais} = \text{Melhor pontuação}$
Produtores alcançados segundo meta estipulada	0: Sem resultados 1: Porcentagem do alcance da meta	$I_{\Pi} = \text{Melhor pontuação}$
Área em hectares (ha) - beneficiadas segundo meta estipulada	0: Sem resultados 1: Porcentagem do alcance da meta	$I_{Área} = \text{Melhor pontuação}$
Monitoramento hidrológico.	0: Monitorado 1: Não monitorado	$I_{MonH} = \text{Melhor pontuação}$
Repasso do Pagamento por Serviços Ambientais aos produtores	0: Sem informação 1: Previsto 2: Pago	$I_{PSA} = \frac{\text{Melhor pontuação}}{2}$

Fonte: elaborado pelos autores.

ta pela política pública. O indicador investiga a eficiência do poder público na realização dessa ação.

5) Repasse do Pagamento por Serviços Ambientais aos provedores (I_{PSA}): A remuneração aos provedores selecionados em etapa anterior é o passo final da política de PSA instituída. Avaliar a eficácia dessa fase final é o objetivo desse último indicador.

Para cada indicador pode ser aplicada quatro formas de cálculo de pontuação:

- A Melhor opção, na qual a pontuação parcial varia consoante o número de parâmetros, com pontuação aumentando conforme o nível de relevância da opção. A pontuação final altera-se de 0 a 1 pela padronização da opção selecionada com a utilização da pontuação máxima adotada.
- A Soma de opções, em que os parâmetros possuem peso e importância igual, como complementos. A soma das múltiplas opções de valor 1 (um) é padronizada pela divisão pela quantidade de parâmetros utilizados salvo o parâmetro da nulidade.
- Percentual, no qual o gradiente de 0 a 1 ponto é feito pela relação entre valores ocasionais com valores padrão –em geral estimados como meta– na forma decimal e binária.
- Binária, em que se aplica a regra da nulidade e se seu contraste 0 ou 1.

Para o elemento Impacto, as formas de pontuação foram a Percentual, com o I_{MonH} pelo Binário e I_{PSA} pela Melhor opção. Para o indicador $I_{Editais}$, o tempo máximo utilizado como padrão foi calculado a partir do máximo tempo de diferença entre a criação da norma e do lançamento do edital de PSA. Foi feita uma correlação

temporal inversa, na qual os menores tempos receberam maior pontuação, visto a sua agilidade na resposta à sociedade. Para as políticas com tempo igual ao limite máximo foi adotada a pontuação 0,1 em substituição à nula.

Os dados de planejamento foram obtidos nos sites das Prefeituras Municipais, publicações sobre a PPM e programas governamentais e de fomento que apoiam essas políticas.

O IAPP é calculado a partir da pontuação de cada indicador, totalizando a pontuação final dos elementos Gestão ($E_{Gestão}$, Equação 1) e Impacto ($E_{Impacto}$, Equação 2), enquanto resultados parciais. Assim, a pontuação final foi alcançada pela Equação 3:

$$E_{Gestão} = \frac{G_{Fin} + G_{Reg} + G_{CG} + G_{Prov} + G_{Val} + G_{Fundo} + G_{Áreas}}{7} \quad (1)$$

$$E_{Impacto} = \frac{I_{Editais} + I + I_{PSA}}{5} \quad (2)$$

$$IAPP = \frac{E_{Gestão} + 2(E_{Impacto})}{3} \quad (3)$$

Em síntese: $E_{Gestão}$: totalização de pontos do elemento Gestão; $E_{Impacto}$: totalização de pontos do elemento Impacto; G_{Prov} : mecanismos de seleção e contratação de provedores; G_{Val} : cálculo da valoração do PSA; G_{Fin} : formas de financiamento; G_{Fundo} : fundo gestor dos recursos; G_{Reg} : regulamentação da norma legal; G_{CG} : criação de conselho gestor; $G_{Áreas}$: seleção de áreas para ação; $I_{Editais}$: tempo para publicação de editais de chamamento; I_{Prod} : produtores alcançados segundo meta estipulada; $I_{Área}$: Área (ha) beneficiada conforme meta estabelecida; I_{MonH} : monitoramento hidrológico; I_{PSA} :

Repasse do Pagamento por Serviços Ambientais aos produtores; e IAPP: Índice de Avaliação de Políticas Públicas.

O IAAP, através da equação 3, associa um grau maior à avaliação de impacto (fator de multiplicação igual a 2) se comparado à gestão (fator de multiplicação igual a 1). Isso se deve à visão da compensação pelo serviço ambiental prestado ser o ponto chave das ações, considerando-se a relação entre criação e efetividade da política pública de PSA.

Para a análise dos valores do IAPP obtidos por PPM a classificação foi definida em categorias, conforme os intervalos de valores do cálculo final do índice: 0 a 0,50 ponto: Iniciante; 0,51 a 0,70 ponto: Satisfatório; 0,71 a 0,90 ponto: Superior; e de 0,91 a 1 ponto: Avançado.

Resultados e discussão

Foram localizadas, em todo o Brasil, 534 iniciativas de PSA nas abordagens água, carbono e biodiversidade. Os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro lideram a relação de iniciativas, com 250, 68 e 50, respectivamente, incluindo os programas interestaduais encontrados. Identificou-se, ainda, 175 iniciativas com foco em recursos hídricos, em valores que representam mais que 2,5 vezes o número de experiências encontradas por Coelho et al.⁴⁴. Essa diferença pode estar associada à forma mais detalhada de busca realizada, incluindo os portais dos poderes executivo e legislativo municipal.

Para o estado do Rio de Janeiro foram encontradas 50 iniciativas de PSA em 40 municípios, sendo 20 para serviços hídricos, entre arranjos de abordagem exclusiva e múltipla. Considerando o universo de 92 municípios, são apenas 43,5 % de cobertura com PPMs de PSA, o que demonstra um grande potencial a ser desenvolvido (Mapa 1).

A escolha pelas políticas públicas se deve pela natureza da iniciativa, coordenadas pelo poder público municipal em resposta às demandas da sociedade. Apoiadas na norma jurídica, as leis, os decretos, as portarias e as resoluções definem o caminho a ser percorrido e a forma da caminhada⁴⁵.

Numa amostragem internacional, Fassina et al.⁴⁶ estimam que num universo de 99 programas desenvolvidos

em mais de 30 países, cerca de 63 % dos investimentos (US\$ 3,02 bilhões) foram provenientes do setor privado. Apesar do grande potencial privado para desenvolvimento de pagamentos, para Silva e Montibeller-Filho⁴⁷, ainda que o mecanismo sem a intervenção do poder público permita acesso direto entre pagador e receptor, a constituição do PSA como política pública viabiliza um caráter permanente à ação, com Estado atuante enquanto agente fomentador e gestor.

A maior parte das PPMs analisada foi instituída por meio de lei, com a norma do Casimiro de Abreu feita por Decreto regulamentador de programa previsto em lei. Políticas públicas instituídas por meio de lei podem trazer uma maior segurança jurídica em seu estabelecimento, visto que para sua revogação é necessário uma outra lei. Isso acaba por dar uma característica de “longevidade” à política⁴⁸.

Para o elemento Gestão, as PPMs apresentaram grande fragilidade, em especial no indicador $G_{\text{Áreas}}$ com a maior quantidade de políticas abaixo de 0,5 ponto. Com os melhores resultados do indicador $E_{\text{Gestão}}$, apenas os municípios de Petrópolis, Areal, Paty do Alferes, Rio Claro, Barra Mansa e Casimiro de Abreu atingiram valores acima de 0,5 (Tabela 1).

A maioria das normas legais dos municípios não apresentou os mecanismos de seleção e contratação de provedores e apenas os municípios de Barra Mansa e Casimiro de Abreu expuseram informações parciais com necessidade de regulamentação. Areal e Paty do Alferes tiveram o indicador atendido por regulamentação da lei principal. Petrópolis e Rio Claro não apresentaram detalhamento sobre a seleção de provedores, deixando essa especificação no contrato/convênio com a agência de bacia a qual firmaram parceria de fomento. Resultados similares foram calculados para os indicadores G_{Val} e $G_{\text{Áreas}}$.

A definição dos mecanismos de valoração dos serviços ambientais e da seleção de áreas prioritárias varia dentro do estado, considerando-se as quatro iniciativas que apresentarem regulamentação. Percebe-se um baixo detalhamento nas informações, o que pode dificultar a compreensão e o acesso de provedores e de investidores.

Feital et al.⁴⁹ associam as iniciativas locais ou regionais a uma lacuna de informação nos processos e apontam esta situação como fator prejudicial à definição das intervenções necessárias e dos critérios para seleção de

⁴⁴ Coelho et al., 2021.

⁴⁵ Derani, 2004.

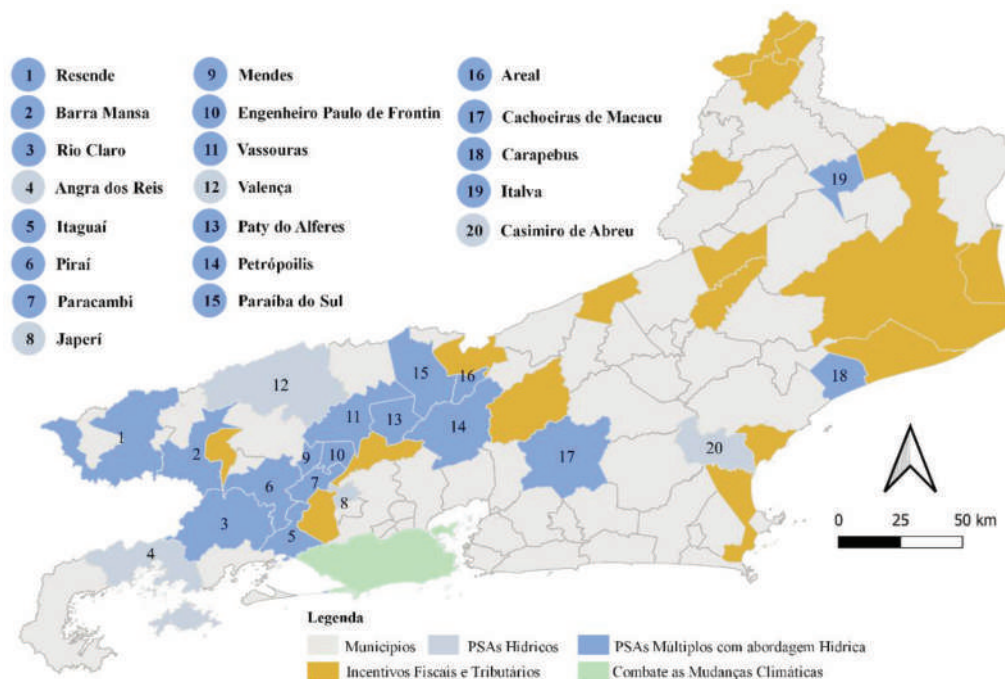
⁴⁶ Fassina et al., 2022.

⁴⁷ Silva; Montibeller-Filho, 2011.

⁴⁸ FGB et al., 2017.

⁴⁹ Feital et al., 2016.

Mapa 1. Políticas Públicas Municipais de Pagamento por Serviços Ambientais Hídrico do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: elaborado pelos autores.

locais prioritários à ação de PSA. Araujo, Andrade e Umbelino⁵⁰ indicam que não há uma metodologia padrão para seleção de áreas prioritárias, havendo bastante variabilidade nas metodologias encontradas na literatura, assim sendo, os autores recomendam que os critérios para seleção de áreas prioritárias sejam combinados com informações espaciais e instrumentos de apoio à decisão.

Para o indicador referente à regulamentação da norma principal, destacam-se Casimiro de Abreu e Petrópolis, cujo texto da lei não demandou regulamentação, e Areal, Mendes, Paty do Alferes e Rio Claro com decretos publicados em 2015 e 2016.

Concernente aos indicadores de fontes de receita, a inexistência de fundo próprio de PSA reduziu a pontuação de todas as PPMs (indicador G_{Fundo}). Dentre as previsões de receitas mais presentes (G_{Fin}) estão o orçamento municipal e os convênios, seguidos do recebimento de doações. Os municípios de Barra Mansa, Cachoeira de Macacu, Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Mendes, Piraí e Vassouras citaram em suas normas o uso de recursos obtidos pela cobrança pelo uso da água em parceria com os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs). Para os dois indicadores a pontuação teve caráter binário: 0 ou 1. Essa fragilidade no texto da norma pode ser suprida pelas relações de governança necessárias ao arranjo

de PSA. A ferramenta convênios se dá como opção útil nesse processo.

Jardim e Bursztyn⁵¹ destacam que, no Brasil, a aplicação dos recursos gerados pela cobrança pelo uso da água poderia ser uma forma mais direta de aporte a arranjos de PSA. No entanto, com o direcionamento para a gestão dos valores pelos CBHs, esses incentivos adquiridos acabam por serem aplicados nas metas definidas nos planos de bacia, sem aplicação direta em prol dos serviços ambientais hídricos. Nesta perspectiva, a conservação de serviços ambientais é pauta relevante a ser incorporada ao planejamento plurianual para a destinação do uso dos recursos.

Castro et al.⁵² salientam que os valores arrecadados pelo poder público municipal, através do repasse pelo estado de alíquota do ICMS Ecológico, poderiam ser usados diretamente em prol das PPMs de PSA. Porém esses recursos não são necessariamente alocados em investimentos ambientais. Entretanto, considerando que a transferência de recursos depende do desempenho ambiental local, esta arrecadação incentiva a competição positiva entre os municípios, o que melhora sua gestão ambiental de forma voluntária.

A transferência de recursos arrecadados pelo ICMS Ecológico aos fundos ambientais municipais vem se

⁵⁰ Araujo; Andrade; Umbelino, 2021.

⁵¹ Jardim; Bursztyn, 2015.

⁵² Castro et al., 2019.

Tabela 1. Resultados dos indicadores do elemento Gestão das políticas municipais de Pagamento por Serviços Ambientais Hídrico do estado do Rio de Janeiro pelo Índice de Avaliação de Políticas Públicas

Município	G _{Fin}	G _{Reg}	C _{GC}	G _{Prov}	G _{Val}	G _{Fundo}	G _{Áreas}	E _{Gestão}
Angra dos Reis	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0,3	0,3
Areal	0,4	0,7	0,3	1,0	1,0	0,5	1,0	0,7
Barra Mansa	0,6	0,3	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,5
Cachoeiras de Macacu	1,0	0,3	0,7	0,3	0,3	0	0,3	0,4
Carapebus	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4
Casimiro de Abreu	0,4	1,0	1,0	0,7	0,3	0	0,3	0,5
Engenheiro Paulo de Frontin	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4
Itaguaí	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4
Italva	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0,3	0,3
Japeri	0,4	0,3	0	0,7	0,7	0	0,7	0,4
Mendes	0,8	0,7	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5
Paracambi	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0,3	0,4
Paraíba do Sul	0,6	0,3	0	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3
Paty do Alferes	0,4	0,7	0	1,0	1,0	0	1,0	0,6
Petrópolis	0,6	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	0,7	0,8
Piraí	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4
Resende	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0,3	0,4
Rio Claro	0,4	0,7	0,3	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6
Valença	0,4	0,3	0,7	0,3	0,3	0	0,3	0,3
Vassouras	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4

Observação: Os valores dos indicadores variam de 0 a 1.

Legenda: G_{Prov}: mecanismos de seleção e contratação de provedores; G_{Val}: cálculo da valoração do PSA; G_{Fin}: formas de financiamento; G_{Fundo}: fundo gestor dos recursos; G_{Reg}: regulamentação da norma legal; C_{GC}: criação de conselho gestor; G_{Áreas}: seleção de áreas para ação; e E_{Gestão}: totalização do elemento gestão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

intensificando e, num exemplo mais recente, o município de São João da Barra/RJ determinou que, a partir do exercício financeiro de 2021, 100 % do valor recebido será transferido ao fundo ambiental municipal. O município segue em busca de melhoria em sua participação na arrecadação dos recursos do ICMS Ecológico com a recente criação da Reserva da Vida Silvestre da Lagoa do Tai, considerando o indicador referente às unidades de conservação. Iniciativa similar em 2022 foi tomada por Bom Jesus do Itabapoana/RJ com a criação do Monumento Natural Municipal das Cachoeiras e Corredeira do rio Itabapoana⁵³.

Uma forte possibilidade de investimento nos PSAs são os recursos privados e fundos estaduais. Frickmann e Scarpeline⁵⁴ ressaltam a importância da busca de novas

fontes de financiamento, bem como de demonstrar possibilidades de negócios para o investimento privado. Os autores destacam que os mecanismos financeiros para a conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais precisam ser flexíveis, combinar diferentes estratégias de arrecadação e implementação de recursos, e se adaptar a cada contexto específico. A governança é necessária, tendo a participação dos agentes públicos na coordenação, planejamento e operação da política ambiental, bem como dando suporte aos demais atores públicos, às entidades com fins lucrativos, às entidades filantrópicas e à iniciativa privada.

Para o indicador Conselho Gestor, a maioria (12 municípios) não possui CG próprio, cabendo a tarefa gestora à Secretaria municipal Ambiental, com três PPMs utilizando conselhos municipais no mesmo tema. As políticas de Petrópolis e Casimiro de Abreu definiram criação de conselho próprio para o PSA.

⁵³ Lei n° 1.504, 2022. Decreto n° 046, 2021a. Decreto n° 106, 2021b.

⁵⁴ Frickmann; Scarpeline, 2021.

Tabela 2. Resultados dos indicadores do elemento Impacto das políticas municipais de Pagamento por Serviços Ambientais Hídrico do estado do Rio de Janeiro pelo Índice de Avaliação de Políticas Públicas

Município	I_{Editais}	I_{Prod}	$I_{\text{Áreas}}$	I_{MonH}	I_{PSA}	E_{Impacto}
Angra dos Reis	0	0	0	0	0	0
Areal	0,5	1,0	0,9	0	1,0	0,7
Barra Mansa	0,1	1,0	1,0	0	1,0	0,6
Cachoeiras de Macacu	0	0	0	0	0	0
Carapebus	1,0	0,3	0,2	0	0,5	0,4
Casimiro de Abreu	0	0	0	0	0	0
Engenheiro Paulo de Frontin	0,1	1,0	0	0	1,0	0,4
Itaguaí	0	0	0	0	0	0
Italva	0	0	0	0	0	0
Japeri	0	0	0	0	0	0
Mendes	0,1	1,0	0	0	1,0	0,4
Paracambi	0	0	0	0	0	0
Paraíba do Sul	0,5	1,0	0,5	0	0,5	0,5
Paty do Alferes	0,5	0,7	0,2	0	1,0	0,5
Petrópolis	0,1	1,0	1,0	0	1,0	0,6
Piraí	0	0	0	0	0	0
Resende	0,8	1,0	1,0	0	1,0	0,8
Rio Claro	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
Valença	0	1,0	0,7	0	1,0	0,5
Vassouras	0,8	1,0	0	0	1,0	0,6

Observação: Os valores dos indicadores variam de 0 a 1.

Legenda: I_{Editais} - tempo para publicação de editais de chamamento; I_{Prod} - produtores alcançados segundo meta estipulada; $I_{\text{Área}}$ - Área (ha) beneficiadas segundo meta estipulada, I_{MonH} - monitoramento hidrológico; e I_{PSA} - Repasse do Pagamento por Serviços Ambientais aos produtores. e E_{Impacto} : totalização do elemento impacto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os desafios da gestão das PPMs estão as fases de planejamento e de implementação das ações do PSA. Para tal, Fiore, Silveira dos Santos e Pereira⁵⁵ destacam que é requerida a existência de um quadro técnico mínimo de servidores públicos capacitados a fim de garantir a elaboração de projetos, os termos de referências, as minutas de contratos e os editais, a captação de recursos, a realização de trabalhos de campo, a comunicação do projeto e o suporte às ações.

Com relação aos impactos gerados pelos PPMs (E_{Impacto}) apenas as políticas associadas a programas de comitês de bacia publicaram editais de chamamento de provedores (Indicador I_{Editais}): Areal, Barra Mansa, Carapebus, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Petrópolis e Resende associados ao PSA Hídrico do CEIVAP; Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Rio Claro e Vassouras associados ao PSA Produtores de

Água e Florestas do Comitê Guandu (Tabela 2). A PPM de Italva foi estimulada pelo PSA Hídrico do CEIVAP, mas não houve avanço na participação dentro do programa⁵⁶.

Os indicadores I_{Prod} , $I_{\text{Áreas}}$ e I_{PSA} apresentaram resultados associados às mesmas políticas fomentadas por CBHs. O I_{MonH} apresentou resultado apenas para a política de Rio Claro, pois esta é a política mais antiga do universo amostral analisado.

O monitoramento hidrológico, utilizado para verificação da qualidade e da quantidade de água, tem custo alto por sua diversidade de parâmetros⁵⁷. Para a qualidade são considerados: pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, cor, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, fósforo total, dentre outros. O monitoramento da quantidade

⁵⁶ Monteiro et al., 2019.

⁵⁷ Andrade et al., 2020.

de água inclui a operação e a manutenção de réguas limnimétricas, de pluviômetros, de sensores de nível da água, de estações meteorológicas, de aferições de vazão e da verificação das sessões transversais de canal de aferição de vazão⁵⁸.

As PPMs de Areal, Barra Mansa, Carapebus, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Petrópolis e Resende, em sua ação piloto junto ao PSA Hídrico do CEIVAP, tiveram o investimento em monitoramento hidrológico suspenso, segundo informações do portal do Sistema de Informações Geográficas do CEIVAP (SIGA CEIVAP).

Considerando o alto valor para investimento, mecanismos de priorização de áreas vêm sendo utilizados pelo Programa de Investimento em Serviços Ambientais para a Conservação e Recuperação de Mananciais (Programa Mananciais) do CEIVAP, na sequência da experiência piloto do programa de PSA Hídrico.

O Programa acima citado é composto por Projetos Participativos de Incremento de Serviços Ambientais na Microbacia Alvo (PRISMAs), que, por sua vez, apresentam o diagnóstico e a priorização de intervenções nas microbacias-alvos contempladas. São cerca de US\$ 9,8 milhões –ou 55 milhões de reais, com cotação do dólar americano a 5 reais– destinados às intervenções ao longo de 15 anos, com período inicial de 2020 a 2024⁵⁹.

Considerando a importância do monitoramento hidrológico como impacto em suas ações de verificação de qualidade e da quantidade de água, estima-se que, em trabalhos futuros, novos indicadores associados a esses parâmetros podem ser somados ao I_{MonH} , como: quantidade de nascentes preservadas/recuperadas, vazão dos cursos d'água da bacia hidrográfica, dentre outros.

Segundo o IAPP, foram em número de nove as PPMs com classificação superior à “Iniciante” (E_{Final} de 0 a 0,5 pontos), sendo apenas uma política “Superior” e nenhuma “Avançado” (E_{Final} acima de 0,7 até 0,9 pontos). Merece destaque a política de Rio Claro, melhor classificada com E_{Final} de 0,8. Em contraponto às PPMs de Angra dos Reis e de Italva ($E_{Final} = 0,1$) faz parte do grupo dos municípios com IAPP “iniciante”, que em sua maioria não apresentou continuidade, limitando-se à publicação da lei (Quadro 3).

As PPMs melhor classificadas utilizaram-se da modalidade de receita-convênio, agregando recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, geridos pelos CBHs de suas regiões. Desta forma é atendida a premissa dos arranjos de PSA, na qual a ação surge em resposta à demanda por serviços ambientais. Os CBHs constituem

Quadro 3. Classificação das Políticas Públicas Municipais de pagamento por serviços ambientais hídrico do estado do Rio de Janeiro segundo Índice de Avaliação de Políticas Públicas

Município	E_{Final}	IAPP
Rio Claro	0,8	Superior
Petrópolis	0,7	Satisfatório
Areal	0,7	Satisfatório
Barra Mansa	0,6	Satisfatório
Resende	0,6	Satisfatório
Valença	0,5	Satisfatório
Paraíba do Sul	0,5	Satisfatório
Vassouras	0,5	Satisfatório
Paty do Alferes	0,5	Satisfatório
Mendes	0,4	Iniciante
Engenheiro Paulo de Frontin	0,4	Iniciante
Carapebus	0,4	Iniciante
Casimiro de Abreu	0,2	Iniciante
Cachoeiras de Macacu	0,1	Iniciante
Itaguaí	0,1	Iniciante
Japeri	0,1	Iniciante
Piraí	0,1	Iniciante
Paracambi	0,1	Iniciante
Angra dos Reis	0,1	Iniciante
Italva	0,1	Iniciante

Fonte: elaborado pelos autores.

ambientes propícios à identificação tanto daqueles que demandam, quanto aqueles que geram esses serviços, e norteados pelos planos de bacia é possível a tomada de decisões estratégicas em benefício de todos os envolvidos, podendo fazê-la na forma de fomento⁶⁰.

Um fator importante para as PPMs atribuídas como “Satisfatório” foi a pontuação acima de 0,5 para os indicadores de gestão, em especial G_{Prov} e $G_{Val} \cdot G_{Reg}$, primordialmente no que se referente à regulamentação das normas principais, sendo relevante para as políticas de Petrópolis e Areal.

O IAPP aplicado às iniciativas municipais de PSA Hídrico revelou fragilidades comumente encontradas em legislações de diversos ramos, como:

- A composição de receitas para o desenvolvimento da política, por vezes incipiente em políticas municipais.

⁵⁸ Ruiz, 2015. Andrade et al., 2021.

⁵⁹ CEIVAP, 2021. Dino, 2020.

⁶⁰ Jardim; Bursztyn, 2015.

- b) A definição de fundos para investimento, em especial aquele criado especificamente ao PSA. Essa ferramenta pode ser importante para centralização da gestão do PSA, o que viabiliza a participação dos pagadores no arranjo. Além disso, o fundo próprio tornaria exclusivo o uso dos recursos na política instituída.
- c) A definição de valores para pagamento e metodologias de valoração, sem uniformidade dentre os PSAs nacionais, segundo Coelho et al.⁶¹.
- d) Seleção de provedores.
- e) Seleção de áreas de ação.
- f) A gestão do arranjo.
- g) A mobilização dos provedores e os resultados obtidos.

As fragilidades acima podem ser consideradas como gargalos ao pleno desenvolvimento das PPMs de PSA Hídrico no estado do Rio de Janeiro.

A relação direta entre as políticas de PSA classificadas pelo IAPP como “Superior” e “Satisfatório” com as ações de CBHs, aponta uma fragilidade, visto que na ausência do apoio dos comitês os municípios obtiveram classificação inferior. Entretanto, esse cenário é um potencial a ser explorado, considerando a grande atenção das gestões estaduais mais recentes para a gestão eficiente dos recursos hídricos e segurança hídrica, com aporte de recursos em temas diversos.

Nesse contexto, destacam-se a proximidade dos marcos temporais da criação dos CBHs estaduais, a cobrança pelo uso da água no estado (Lei nº 4.247/2003), a instituição das regiões hidrográficas e a reformulação da gestão ambiental com a criação do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), sendo fatores evolutivos de melhoria na eficiência da gestão da água no estado.

O estado do Rio de Janeiro possui também 30 iniciativas de PSA associadas a uma forma de atuação que não envolve pagamentos, como os incentivos fiscais e tributários e o combate às mudanças climáticas (Vide Mapa 1). Considerando a proposta do IAPP como ferramenta global, esses PSAs podem ser explorados pelo índice após devidos ajustes na porção específica. A adequação do IAPP reflete em sua replicabilidade dentro do recorte territorial regional e nacional.

Vale ressaltar que a PNPSA veio como possibilidade de fortalecimento dos projetos/programas de PSA em nível municipal, bem como um incentivo à criação de novas políticas.

Considerações finais

No Brasil, os fatores principais para a construção de uma iniciativa de PSA são o arcabouço legal e o financiamento das ações. Assim como em outros países, a presença do governo traz robustez e credibilidade na gestão dos acordos entre as partes.

Nesse contexto, segundo pesquisa dos autores, o Brasil apresenta por volta de 512 políticas públicas de PSA instituídas em 439 municípios, contabilizadas até junho de 2022. O cenário conta as políticas dos municípios de Extrema/MG e Ruy Barbosa/BA, respectivamente como as iniciativas municipais mais antiga e mais atual da amostra⁶². Na esfera estadual, para 23 estados dos 26 estados da federação, há cerca de 72 iniciativas legislativas. Dessas políticas, diversos são os níveis de impacto para a sociedade, ou seja, vai do mínimo representado pelas leis meramente autorizativas ao poder executivo para o desenvolvimento de política concreta de PSA até o máximo, este caracterizado por políticas em pleno desenvolvimento com publicação de editais de chamamento de produtores. A avaliação da efetividade dessas leis através do IAPP teve como estudo de caso o estado do Rio de Janeiro (Brasil) e como recorte a modalidade de PSA Hídrico.

O estado do Rio de Janeiro possui 50 políticas públicas municipais de PSA, das quais 20 tem abordagem hídrica e cinco geraram forte impacto aos provedores por seu apoio à conservação dos serviços ambientais hídricos. O destaque vai para as PPMs de Rio Claro, como a melhor classificada pelo índice, e Petrópolis, com a norma legislativa mais completa da amostra.

Cerca de 40 % das PPMs de PSA hídricos estudados apresentam nível “Satisfatório” em oito casos, enquanto outras 11 estão no nível “Iniciante”, o que aponta para a realidade de um processo de desenvolvimento e não consolidação, em especial pelo apoio recebido pelos CBHs. Essa classificação indica a grande importância dos resultados no impacto de uma política pública, apesar de apenas uma política ter atingido o primeiro nível de classificação “Superior”.

Na presente investigação revela-se a fragilidade das PPMs estudadas, visto que 40 % das leis analisadas demandam por regulamentação, especialmente no que se refere à fonte de receitas, à gestão dos projetos, à seleção de provedores, à definição de áreas prioritárias e à forma de cálculo do valor de PSA.

O desempenho de PPMs associadas a investimentos de comitês de bacia hidrográfica, aponta que a cobrança

⁶¹ Coelho et al., 2021.

⁶² Lei nº 2.100, 2005; Lei nº 13, 2022.

pelo uso da água no Brasil é mecanismo eficiente para financiamento da modalidade PSA na gestão das águas nacionais. Por outro lado, o resultado demonstra certo nível de dependência dessa fonte de recursos, diante da arrecadação reduzida para a composição dos orçamentos municipais. A presença da opção por convênios na quase totalidade das normas analisadas confirma essa fragilidade. No estado do Rio de Janeiro esse mecanismo é robustecido pelo esforço da gestão na década de 2010 para o fortalecimento da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH)⁶³ e melhoria da qualidade dos recursos hídricos, incluindo a criação de CBHs, cobrança pelo uso da água, gestão do fundo específico ao tema, e pela política centralizadora para os serviços ambientais hídricos, o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA)⁶⁴.

O Índice demonstra que para ambos os elementos há fragilidades a serem observadas. As PPMs fluminenses têm na composição das normas e nos parâmetros para a execução dos arranjos de PSA a indicação de uma gestão PSA apoiada em convênios, sem sustentabilidade financeira local para o desenvolvimento da política. Vale lembrar, no entanto, que o fator convênio foi fortalecido diante do alerta pela segurança hídrica perante a crise de 2014-2016 por ocasião da falta de chuvas e baixo nível dos reservatórios da bacia hidrográfica. A busca da garantia dessa segurança hídrica territorial pelo estado do Rio de Janeiro criou um grande potencial de apoio originário do próprio estado e dos CBHs às políticas locais de PSA.

Dessa feita, verifica-se que no Rio de Janeiro o índice proposto foi capaz de classificar as PPMs de PSA hídrico do estado, podendo ser aplicado às políticas instituídas nos demais estados. Nesse nível de análise, na abrangência municipal, o índice pode aferir o nível e a qualidade do comprometimento dos governos na gestão dos serviços ambientais hídricos. Na abrangência regional, o índice tem o potencial de contribuir com a avaliação da capacidade de gestão em conservação ambiental de bacias hidrográficas em todo o país.

Vale ressaltar que o índice pode ser aperfeiçoado com novos indicadores, associados a itens como: fator tempo de criação das normas legais, tipos de incentivos no caput da legislação e apresentação do programa de execução para o elemento Gestão; e indicadores ligados à quantidade e à qualidade de água para o elemento Impacto.

O IAPP, por suas variáveis fixas e flexíveis, pode ser adaptado às características de outras abordagens de PSA além da hídrica, representando um mecanismo replicável e ajustável. A ferramenta tem potencial de aplicação para políticas de PSA nas modalidades carbono e biodiversidade. Em um nível mais abrangente, o IAPP pode ser um primeiro passo para a auto avaliação de políticas públicas, com vistas à realização de melhorias nos processos de desenvolvimento; de controle e de monitoramento; e de geração de resultados. Além disso, o IAPP apresenta potencial para ser adaptado e adotado pelos estados como métrica de comparação dos municípios no desenvolvimento de projetos de PSA. Isso pode fornecer um indicativo claro que estimule a competição entre os municípios, de maneira similar à metodologia de cálculo do ICMS verde no estado do Rio de Janeiro.

Em última análise, também é possível aferir que outras políticas públicas de cunho socioambiental, como Educação Ambiental, poderiam ser avaliadas pelo IAPP. Para tal, um prévio levantamento de parâmetros de análise e adaptação dos elementos e indicadores seriam necessários, adequando-se o índice à nova PPM em discussão.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) Campus Avançado São João da Barra pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa através do curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Gestão e Sustentabilidade de Recursos Hídricos.

Referências

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).** 2012: *Manual Operativo do Programa Produtor de Água*, 2ª edição. Brasília, DF (Brasil), ANA. http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Versão%202012%20%2001_10_12.pdf
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).** 2020: *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: Informe anual*. Brasília, DF (Brasil), ANA. <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).** 2021: *Programa Produtor de Água – Projetos*. Brasília, DF (Brasil). <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua/projetos-1>
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).** 2022: *Programa Produtor de Água*. <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>

⁶³ Lei nº 3.239, 1999.

⁶⁴ INEA, 2021.

- Andrade Costa, David de; Soares de Azevedo, José Paulo; Santos, Marco Aurélio dos; Santos Facchetti Vinhaes Assumpção, Rafaela dos.** 2020: "Water quality assessment based on multivariate statistics and water quality index of a strategic river in the Brazilian Atlantic Forest". *Scientific Reports*, 10, 22038. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78563-0>
- Andrade Costa, David de; Soares da Silva Junior, Luis Carlos; Soares de Azevedo, José Paulo; Santos, Marco Aurélio dos; Santos Facchetti Vinhaes Assumpção, Rafaela dos.** 2021: "From Monitoring and Modeling to Management: How to Improve Water Quality in Brazilian Rivers? A Case Study: Piabanha River Watershed". *Water*, 13(2), 176. <https://doi.org/10.3390/w13020176>
- Araujo Pereira, Julliana Oliveira de; Andrade Costa, David de; Umbelino dos Santos, Luis Felipe.** 2021: "Critérios para a seleção de áreas prioritárias para a conservação em bacias hidrográficas". *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(3), 333-348. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0028>
- Bergkamp, Ger; Smith, Mark.** 2006: "Incentives for Water Security", in Smith, Mark; De Groot, Dolf; Perrot-Maitre, Danièle; Bergkamp, Ger. (eds.), *Pay: Establishing payments for watershed services*. Gland (Switzerland), IUCN, 15-20. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2006-054.pdf>
- Bolsa Verde do Rio de Janeiro (BVRio).** 2022: *Mercado de Cotas de Reserva Ambiental 2022*. <https://www.bvrio.org/pt-br/mercado-de-cotas-de-reserva-ambiental/>
- Brasil Mata Viva Global (BMV).** 2022: *Brasil Mata Viva Global*. <https://bmv.global/>
- Brauman, Kate A.; Daily, Gretchen C.; Duarte, T. Ka'eo; Mooney, Harold A.** 2007: "The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services". *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 67-98. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>
- Campanili, Maura (ed.).** 2015: *Incentivos Econômicos para Serviços Ecológicos no Brasil*. Rio de Janeiro (Brasil), Forest Trends.
- Cardozo, Mônica; Diniz, Marcelo Bentes; Szlafsztein, Claudio Fabian.** 2023: "Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica como Bens Públicos Globais". *Água y Territorio / Water and Landscape*, 21, 103-119. <https://doi.org/10.17561/at.21.5609>
- Castro, Bianca; Costa, Lucas; Costa, Daniel Sander; Young, Carlos Eduardo.** 2019: "O ICMS ecológico como uma política de incentivo dos gastos ambientais municipais". *Desenvolvimento em Debate*, 7(1), 181-199. <https://revistas.ufrj.br/index.php/dd/article/view/31815>
- Coelho, Nayra Rosa; Silva Gomes, Andréa da; Righetto Casano, Camila; Prado, Rachel Bardy.** 2021: "Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26(3). <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190055>
- Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP).** 2021: "Infraestrutura verde para a bacia do Paraíba do Sul". *Pelas Águas*, 13.
- Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP).** 2022. *Programa Mananciais*. <https://www.ceivap.org.br/programa-mananciais>
- Costa, Frederico Lustosa da; Castanhar, José Cezar.** 2003: "Avaliação de programas públicos: Desafios conceituais e metodológicos". *Revista de Administração Pública*, 37(5), 969-992. <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/6509>
- Costa, Rosangela Calado da.** 2008: *Pagamento por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Amazônia Brasileira*, dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo (Brasil).
- Costanza, Robert; D'Arge, Ralph; Groot, Rudolf de; Farber, Stephen; Grasso, Monica; Hannon, Bruce; Limburg, Karin; Naeem, Shahid; O'Neill, Robert V.; Paruelo, Jose; Raskin, Robert G.; Sutton, Paul; Van den Belt, Marjan.** 1997: "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, 387, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Decreto nº 1.922, de 15 de junho 1996.** 1996: "Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências". *Diário Oficial da União*. Brasília, DF (Brasil).
- Decreto nº 5.746, de 5 de abril 2006.** 2006: "Regulamenta o art. 21 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza". *Diário Oficial da União*. Brasília, DF (Brasil).
- Decreto nº 1.583, de 6 de junho de 2016.** 2016: "Institui o Sistema de Cotas de Retribuição Socioambiental no Município". *Diário Oficial do Município de Goiânia/GO*. Goiânia (Brasil).
- Decreto nº 810, de 31 de outubro de 2016.** 2016: "Institui o Sistema Cotas de Retribuição Socioambiental e reconhece os mecanismos de geração de Créditos de Florestas como instrumento da Política de Sustentabilidade, e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de Barra do Garças/MT*. Barra do Garças, MT (Brasil).
- Decreto nº 6.378, de 27 de dezembro de 2017.** 2017: "Institui o Programa Tesouro Verde e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de Cachoeirinha/RS*. Cachoeirinha, RS (Brasil).

- Decreto nº 046, de 13 de maio de 2021.** 2021a: "Dispõe sobre a destinação ao Fundo Municipal do MEIO AMBIENTE do ICMS Ecológico arrecadado a partir do ano de 2021 no percentual de 100 % (cem por cento)". *Diário Oficial do Município de São João da Barra*. São João da Barra (Brasil).
- Decreto nº 106, de 6 de agosto de 2021.** 2021b: "Cria a Unidade de Conservação denominada 'Refúgio de Vida Silvestre da Lagoa do Taí – ReviTaí', no Município de São João da Barra no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de São João da Barra*. São João da Barra (Brasil).
- Derani, Cristiane** 2004: "Política pública e a norma política". *Revista da Faculdade de Direito UFPR*, 41(0), 19-28. <http://doi.org/10.5380/rfdufpr.v41i0.38314>
- Dino.** 2020: *Cerca de R\$ 55 milhões serão destinados ao Programa Mananciais na bacia do rio Paraíba do Sul*. <https://www.metropoles.com/dino/cerca-de-r-55-milhoes-serao-destinados-ao-programa-mananciais-na-bacia-do-rio-paraiba-do-sul>
- Fassina, Caroline; Jarvis, Diane; Tavares, Silvia; Coggan, Anthea.** 2022: "Valuation of ecosystem services through offsets: Why are coastal ecosystems more valuable in Australia than in Brazil?". *Ecosystem Services*, 56, 101449. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101449>
- Feital Gjorup, Ana; Cardoso Fidalgo, Elaine Cristina; Prado, Rachel Bardy; Schuler, Azeneth Eufrasino.** 2016: "Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos". *Revista Ambiente & Água*, 11(1). <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1782>
- Fiore, Fabiana Alves; Silveira dos Santos Bardini, Vivian; Pereira Cabral, Paula Cristina.** 2020: "Arranjos institucionais para a implantação de programa municipal de pagamento por serviços ambientais hídricos: estudo de caso de São José dos Campos (SP)". *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 25(2). <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020193011>
- Frickmann Young, Carlos Eduardo; Scarpeline Castro, Bianca.** 2021: "Financing mechanisms to bridge the resource gap to conserve biodiversity and ecosystem services in Brazil". *Ecosystem Services*, 50, 101321. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101321>
- Fundação Grupo Boticário de Proteção a Natureza (FGB); The Nature Conservancy do Brasil (TNC); Ministério do Meio Ambiente (MMA); Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit GMBH.** 2017: *Guia para a formulação de políticas públicas estaduais e municipais de Pagamentos por Serviços Ambientais*. Brasília, DF (Brasil), FGB, TNC, MMA, GIZ. <https://www.nature.org/media/brasil/guia-politicas-publicas-PSA.pdf>
- Guedes, Fátima Becker; Seehusen, Susan Edda (eds.).** 2012: *Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. Brasília, DF (Brasil), MMA.
- Gutierrez, Raffaella Loffredo; Fernandes, Valdir; Rauen, William Bonino.** 2017: "Princípios protetor-recebedor e poluidor-pagador como instrumentos de incentivo à redução do consumo de água residencial no município de Curitiba (PR)". *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 22(5). <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017151387>
- Instituto Estadual do Ambiente (INEA).** 2021: *Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA) – Programas e projetos*. <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=68ed6955a37e4c4a8ebda9f5c3eb4b2f>
- Jardim, Mariana Heilbuth; Bursztyn, Maria Augusta.** 2015: "Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG), Brasil". *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 20(3). <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000106299>
- Lei nº 3.239, de 2 de agosto de 1999.** 1999: "Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso vii; e dá outras providências". *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro (Brasil).
- Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003.** 2003: "Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências". *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro (Brasil).
- Lei nº 2.100, de 21 de dezembro de 2005.** 2005: "Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de Extrema/MG*. Extrema (Brasil).
- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** 2012: "Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências". *Diário Oficial da União*. Brasília, DF (Brasil).
- Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013.** 2013: "Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências". *Diário Oficial do Estado de Goiás/GO*. Goiânia (Brasil).
- Lei nº 7.033, de 28 de agosto de 2017.** 2017: "Institui o Programa Ativo Verde e dá outras providências". *Diário Oficial do Estado do Piauí*. Piauí (Brasil).
- Lei nº 5.509, 09 de fevereiro de 2018.** 2018: "Institui o Programa Tesouro Verde e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de Barretos/SP*. Barretos, SP (Brasil).
- Lei nº 2.353, de 21 de junho de 2018.** 2018: "Institui o Programa Tesouro Verde e dá outras providências". *Diário Oficial do Estado do Amapá*. Amapá (Brasil).
- Lei nº 2.413, 5 de novembro de 2019.** 2019: "Institui o Programa Tesouro Verde no município de Pirapora/MG, e dá outras

- providências". *Diário Oficial do Município de Pirapora/MG*. Pirapora (Brasil).
- Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** 2021: "Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política". *Diário Oficial da União*. Brasília, DF (Brasil).
- Lei nº 4.784, de 1 de junho de 2021.** 2021: "Dispõe sobre os procedimentos para criação e reconhecimento de Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, no âmbito do Município de Três Rios, autoriza o Chefe do Poder Executivo a efetuar repasse do ICMS à Associação Civil sem fins lucrativos e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de Três Rios/RJ*. Três Rios (Brasil).
- Lei nº 1.504, de 4 de janeiro de 2022.** 2022: *Cria o Monumento Natural Municipal das Cachoeiras e Corredeiras do rio Itabapoana. Bom Jesus do Itabapoana*. https://www.bomjesus.rj.gov.br/arquivos/legislacao/1514_2022_lei1514.pdf
- Lei nº 2.615, de 14 de janeiro de 2022.** 2022: "Institui o Programa de Incentivo à Sustentabilidade Urbana, denominado 'IPTU Verde', que estabelece o desconto progressivo no IPTU de imóveis que adotarem medidas de redução de impacto ambiental e eficiência energética". *Diário Oficial do Município de Rio das Ostras/RJ*. Rio das Ostras (Brasil).
- Lei nº 13, de 15 de junho de 2022.** 2022: "Institui a Política Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais, cria o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências". *Diário Oficial do Município de Ruy Barbosa/BA*. Ruy Barbosa, BA.
- Manfredini, Fabio; Gamero Guandique, Manuel Enrique; Cardoso de Moraes, Leandro.** 2014: "Análise do Programa 'Produtor de Águas': no contexto dos projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) implementados no Brasil". *REVIBEC – Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 23(1), 47-62. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/168>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA).** 2003: *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Washington (USA), Island Press.
- Monteiro dos Santos, Flávio Augusto; Marques, André Luis de Paula; Mendonça Costa de Assis, Marina; Costa de Castro, Ana; Tamassia Côrtes, Raissa.** 2019: "CEIVAP e a construção de uma política de integração para a Bacia do Paraíba do Sul". *Revista Ineana (especial)*, 7, 44-63. http://www.ineana.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Revista-Ineana-PSA_web.pdf
- Monteiro dos Santos, Flávio Augusto; Coelho-Junior, Marccondes Geraldo; Chaves Cardoso, Jéssica; Basso, Vanessa Maria; Paula Marques, André Luis de; Ribeiro da Silva, Eliane Maria.** 2020: "Program Outcomes of Payments for Watershed Services in Brazilian Atlantic Forest: How to Evaluate to Improve Decision-Making and the Socio-Environmental Benefits". *Water*, 12(9), 2441. <https://doi.org/10.3390/w12092441>
- Pagiola, Stefano; Von Glehn, Helena Carrascosa; Taffarello, Denise (eds.).** 2013: *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. São Paulo (Brasil), SMA/CBRN.
- Possati Campos, Rosiány; Castro Nunes de Oliveira, Ricardo; Pires Veról, Aline; Naked Haddad, Assed; Gomes Miguez, Marcelo.** 2021: "Payment for environmental services for flood control analysis and method of economic viability". *Science of The Total Environment*, 777, 145907. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145907>
- Prado, Rachel Bardy; Costa Inácio, Mariana da; Moraes de Lima, Ana Paula; Schuler, Azeneth Eufrausino; Bittencourt Guimarães, João Luis; Cardoso Fidalgo, Elaine Cristina; Dias Turetta, Ana Paula; Guimarães Monteiro, Joyce Maria; Silva Martins, Alba Leonor da; Pacobahya de Oliveira, Aline; Clemente, Eliane de Paula; Carvalho Gomes Pedreira, Bernadete da Conceição.** 2019: "Evolução das iniciativas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil". *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 36(2). <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2019.v36.26444>
- Ruiz Castello Branco, Mauricio.** 2015: *Pagamento por serviços ambientais: da teoria à prática*. Rio Claro, RJ (Brasil), ITPA.
- Salzman, James; Bennett, Genevieve; Carroll, Nathaniel; Goldstein, Allie; Jenkins, Michael.** 2018: "The global status and trends of Payments for Ecosystem Services". *Nature Sustainability*, 1, 136-144. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0033-0>
- Seehusen, Susan Edda; Prem, Ingrid.** 2012: "Por que Pagamentos por Serviços Ambientais?", in Guedes, Fátima Becker; Seehusen, Susan Edda (eds.), *Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. Brasília, DF (Brasil), MMA.
- Silva, Antonio; Montibeller-Filho, Gilberto.** 2011: "Compensação por serviços ambientais: um novo cenário na proteção e valorização dos recursos naturais". *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 28(3), 697-719.
- Treméa Fell, Elizangela; Treméa, Estela Maria.** 2008: "O princípio do Protetor-Recebedor e o Proambiente: Limites e possibilidade da compensação financeira". *Âmbito Jurídico*, 51. <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/o-principio-do-protetor-recebedor-e-o-proambiente-limites-e-possibilidade-da-compesacao-financeira/>
- Vieira Dos Reis, Josimar; Alves da Silva, Leônio José.** 2019: "Análise do Panorama da Legislação de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Pernambuco". *Desenvolvimento em Questão*, 17(46), 236-248. <http://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.46.236-248>
- Wunder, Sven.** 2005: "Payments for environmental services: some nuts and bolts". *CIFOR Occasional Paper*, (42). https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf

Wunder, Sven; Boner, Jan; Tito, Marcos Rüginitz; Pereira, Lúgia. 2009: *Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal*. Brasília, DF (Brasil), MMA.


Wunder, Sven; Börner, Jan; Ezzine-De-Blas, Driss; Feder, Sarah; Pagiola, Stefano. 2020: "Payments for Environmental Services: Past Performance and Pending Potentials". *Annual Review of Resource Economics*, 12, 209-234. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-094206>

La reciprocidad en el manejo del agua y la reproducción del gobierno local indígena en el mundo Náhuatl

The reciprocity in water management and the reproduction of indigenous local government in the Nahuatl world


Ana Bertha García-Bravo

Colegio de Postgraduados
Puebla, México
garciabravo.anab@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-3794-9773

Javier Ramírez-Juarez

Colegio de Postgraduados
Puebla, México
rjavier@colpos.mx

 ORCID: 0000-0002-4993-6139

Manuel Roberto Parra-Vázquez

El Colegio de la Frontera Sur
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México
mparra@ecosur.mx

 ORCID: 0000-0002-3955-7223

Información del artículo

Recibido: 31 mayo 2022

Revisado: 12 agosto 2022

Aceptado: 20 agosto 2022

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.23.7181

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

Los retos que impone la gestión del agua han propiciado que se preste atención al trabajo que hacen los comités locales, quienes no tienen reconocimiento ni apoyo de las dependencias gubernamentales. El objetivo de este trabajo es identificar las relaciones que se dan en la conformación de un comité de agua local y los factores que motivan las relaciones y su permanencia en el tiempo. A través de un estudio de caso y usando una metodología etnográfica, se identificó al sistema de gobierno indígena náhuatl, el cual se reproduce en diferentes escalas en la organización del municipio, también presente en los comités de agua locales. La explicación teórica que nos permite entender la reproducción al interior del sistema la encontramos en el sistema dinámico de reciprocidad generalizada, introyectada en su cosmovisión. Identificamos un principio de orden en las relaciones y las expectativas, el principio de reciprocidad.

PALABRAS CLAVES: Asamblea o junta local, Comité de agua local, Pueblos indígenas, Reciprocidad generalizada, Relaciones.

ABSTRACT

The challenges imposed by water management have turned to look at the work done by local committees, who do not have recognition or support from government agencies. The aim of this work is to identify the relationships that occur in the formation of a local water committee and the factors that motivate relationships and their permanence in time. Through a case study and using an ethnographic methodology, it was identified that a reproduction of the Nahuatl indigenous government is generated at different scales within the system and we observed them in the local water committee. The theoretical explanation that helps us to understand reproduction within the system is the dynamic system of generalized reciprocity. We identify a principle of order in relationships and expectations, the principle of reciprocity.

KEYWORDS: Local or community assembly, Local water committee, Indigenous peoples, Generalized reciprocity, Relationships.

Reciprocidade na gestão da água e na reprodução do governo local indígena na cultura Nahuatl

SUMÁRIO

Os desafios da gestão da água chamaram a atenção para o trabalho dos comités locais, que carecem do reconhecimento e apoio das agências governamentais. O objectivo deste trabalho é identificar as relações que ocorrem na formação de um comité local da água e os factores que motivam as relações e a sua permanência no tempo. Através de um estudo de caso e utilizando uma metodologia etnográfica, identificámos o sistema de governação indígena nahuatl, que é reproduzido a diferentes escalas dentro da organização no município, bem como no comité local da água. A explicação teórica que nos permite compreender a reprodução dentro do sistema encontra-se no sistema dinâmico de reciprocidade generalizada. Identificámos um princípio de ordem nas relações e expectativas, o princípio da reciprocidade.

PALAVRAS-CHAVE: Assembleia ou conselho local, Comité local da água, Povos indígenas, Reciprocidade generalizada, Relações.

Reciprocità nella gestione dell'acqua e la riproduzione dello governo locale indigeno nel mondo Nahuatl

SOMMARIO

Le sfide imposte dalla gestione dell'acqua hanno portato a prestare attenzione al lavoro svolto dai comitati locali, questi non hanno riconoscimento o sostegno da parte delle agenzie governative. L'obiettivo di questo lavoro è identificare le relazioni che si verificano nella formazione di un comitato idrico locale e i fattori che motivano le relazioni e la loro permanenza nel tempo. Attraverso un caso di studio e utilizzando una metodologia etnografica, è

stato identificato il sistema di governo indigeno nahuatl, che è riprodotto a diverse scale all'interno dell'organizzazione municipale, anche, queste sono osservate nel comitato locale dell'acqua. La spiegazione teorica che ci permette di comprendere la riproduzione all'interno del sistema si trova nel sistema dinamico della reciprocità generalizzata. Identifichiamo un principio di ordine nelle relazioni e nelle aspettative, il principio di reciprocità.

PAROLE CHIAVE: Asamblea o consiglio locale, Comitato locale per l'acqua, Popolazioni indigene, Reciprocità generalizzata, Relazioni.

La réciprocité dans la gestion de l'eau et la reproduction de gouvernements local indigènes dans culture Nahuatl

RÉSUMÉ

Les défis imposés par la gestion de l'eau se sont tournés vers le travail effectué par les comités locaux, qui n'ont pas la reconnaissance ou le soutien des agences gouvernementales. Le but de ce travail est d'identifier les relations qui se produisent dans la formation d'un comité local de l'eau et les facteurs qui motivent les relations et leur permanence dans le temps. Grâce à une étude de cas et en utilisant une méthodologie ethnographique, il a été identifié qu'une reproduction du gouvernement indigène nahuatl est générée à différents niveaux au sein du système et nous les avons observés dans le comité local de l'eau. L'explication théorique qui nous aide à comprendre la reproduction au sein du système est le système dynamique de réciprocité généralisée. Nous identifions un principe d'ordre dans les relations et les attentes, le principe de réciprocité.

MOTS CLÉS: Assemblée locale ou communautaire, Comité local de l'eau, Peuples indigènes, Réciprocité généralisée, Relations.

Introducción

Uno de los grandes retos de la humanidad, para el siglo XXI, será garantizar el agua a una población de nueve mil millones de personas o más en 2050¹. Debido a los retos que impone el uso y la gestión del agua, los organismos internacionales han propuesto la integración del manejo del suelo y el agua, e integrar los beneficios económicos y sociales². Como resultado, en muchos países se ha ejecutado la gestión de un modelo descentralizado por cuencas hídricas³.

En el caso de México, la descentralización implicó que en 1992 se hicieran reformas al artículo 27 de la Constitución y a la Ley de Aguas Nacionales. Se pasó de un Consejo de Cuencas en 1993, a 26 Consejos de Cuenca, con 36 Comisiones de Cuenca, 50 Comités de Cuenca y 88 Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas-COTAS, en 2016⁴. En los estados surgieron las Comisiones Estatales de Agua y los Institutos del Agua, y se inició un proceso legislativo para crear las Leyes Estatales de Agua. Sin embargo, este proceso no es simultáneo en todo el territorio nacional. A nivel municipal, se crearon los organismos operadores de agua potable como entidades desconcentradas del municipio o del gobierno estatal⁵.

Paralelo a estos procesos mundiales y nacionales existe una dinámica alterna: el uso y manejo del agua por comités locales con formas tradicionales de organización social, que no cuentan con reconocimiento legal, ni con apoyo financiero o administrativo para operar por parte del estado o el municipio⁶.

¿Qué sabemos de los comités locales de agua? Encontramos descripciones de estos sistemas de organización locales, algunos de los cuáles son indígenas⁷. Para entender el funcionamiento de éstos, algunos estudios han utilizado la teoría del Sistema Socioecológico de Ostrom⁸. De los trabajos que se han realizado en México con el análisis de Ostrom, Pacheco Vega⁹ encontró tres vertientes en la investigación: el análisis mediante el concepto recurso de acceso común; la exploración de

la teoría neoinstitucional al acceso y distribución equitativa del agua; y el análisis del modelo de gobernanza. Es importante, recordar que la teoría de Ostrom¹⁰ tiene un objetivo claro, establecer la base de las variables comparables que favorecen o no la sustentabilidad en un sistema. Y al utilizar el marco teórico de Ostrom, se confirmará o negará la sustentabilidad de los sistemas de agua que manejan los organismos locales.

Desde una visión antropológica, algunos estudios han hecho descripciones que relacionan el manejo del agua con la cosmovisión y los rituales de las culturas indígenas, en donde se establecen una serie de intercambios de reciprocidad¹¹; o con el sistema de cargos¹². Sin embargo, más allá de enunciar a la cosmovisión y a la reciprocidad como elementos claves en el manejo del líquido por los pueblos indígenas, no queda claro cómo estos elementos propician la organización de los comités locales y su permanencia en el tiempo.

El hecho de abordar el funcionamiento de los comités de agua con una teoría preconcebida supone observables presentes en el comité, la localidad o el municipio. Constructos teóricos como: bienes comunes, sustentabilidad, democracia, sistemas de gobernanza o sistema de cargos, que son las categorías que sustentan dichas teorías.

No es que estas perspectivas sean "incorrectas"... Pero son ciertamente incompletas y nos predisponen a perder de vista muchas cosas que son esenciales para entender a la vez la reproducción objetiva y subjetiva¹³ de los comités de agua locales como una categoría social, en particular de los pueblos indígenas y sus sistemas.

Por ello, este artículo tiene como objetivo identificar las relaciones en la conformación de un comité de agua local, sus características y los factores que están propiciando este tipo de relaciones y su duración en el tiempo como sistema de organización.

El trabajo tiene el interés de dilucidar el funcionamiento de los comités de agua indígenas y su aporte a la gestión del líquido, uno de los grandes retos que tiene la humanidad. Es necesario entender qué están haciendo los grupos con pocos o con nulos apoyos externos en el manejo del agua, quienes han logrado hacer frente a cuestiones de infraestructura, de costos y de organización, utilizando recursos propios.

¹ Torregrosa et al., 2012.

² Cañez, 2015.

³ Bastian; Vargas, 2015.

⁴ Torregrosa et al., 2010. CONAGUA, 2016.

⁵ Torregrosa et al., 2010.

⁶ Ávila, 2007. Bastian; Vargas, 2015. Rivera-Márquez et al., 2017.

⁷ Campuzano-Salazar, 2019. Galindo; Palerm, 2012. García; Vázquez, 2017. Guerrero-de León et al., 2010. Pimentel-Equihua et al., 2012. Sandoval-Moreno, 2011.

⁸ Galindo; Palerm, 2016. Pacheco-Vega, 2014. Pimentel-Equihua et al., 2012. Guzmán-Puente 2013.

⁹ Pacheco-Vega, 2014.

¹⁰ Ostrom, 2009.

¹¹ Broda, 1991. Guzmán, 2009. Acosta, 2010. Madrigal et al., 2015.

¹² Amaro; Guillen, 2018. Campuzano-Salazar, 2019.

¹³ Glendhill, 1993, 22.

Metodología

No existe homogeneidad en los comités del agua en México¹⁴. Por ello, es necesario construir modelos teóricos que nos permitan entender qué subyace al sistema de organización en torno al agua de los pueblos indígenas, un estudio inductivo¹⁵. Para lograrlo, debemos ver a los comités como un fenómeno social complejo, buscando entenderlo de manera holística e identificar las principales características de los eventos en su contexto, por ellos utilizamos un abordaje cualitativo en un estudio de caso¹⁶.

¿Cuál sería la relevancia de conocer las particularidades de un estudio de caso? Como menciona Glendhill¹⁷, conocer las características idiosincráticas y las circunstancias de un fenómeno social, en este caso, el comité de agua, nos permitirá, por un lado, delimitar los hechos sociales que lo constituyen, y por otro, distinguir qué movimientos más amplios están incidiendo y transformado los fenómenos sociales locales.

Seleccionamos el municipio de Santa María Teopoxco, Oaxaca por ser una localidad donde 94 % de la población se considera indígena¹⁸, principalmente náhuatl, de la variante de Oaxaca¹⁹. Una segunda razón es que, 27,3 % del territorio está cubierto por Bosque Mesófilo de Montaña²⁰, tipo de bosque muy importante en la captura de agua²¹. Así, en el municipio existe una gran cantidad de manantiales y afluentes superficiales. Por tanto, el acceso y manejo del líquido no está explicado por la escasez.

Se realizó una estancia de 18 meses en la localidad de Cerro de las Plumas en Teopoxco, haciendo investigación de acción participativa. Se realizaron recorridos de campo para conocer las características físicas de las redes de agua, asistimos a reuniones locales del comité en la localidad de El Centro y en Cerro de las Plumas. De febrero a abril de 2019, se realizaron 13 entrevistas semiestructuradas con actores claves en seis localidades del municipio. De julio a agosto de 2020, se trabajó con 3 grupos focales, en las localidades de Villa Nueva, Centro y Ocotzocautla, con actores claves en la organización de la localidad, referidos en las entrevistas de 2019; además, se realizaron 2 entrevistas a profundidad

con personajes claves, en la localidad de los Durazos y San Nicolás. En todas las entrevistas se contó con la colaboración de traductores locales. Lo anterior se hizo con la finalidad de elaborar una descripción detallada de las experiencias, actitudes y reflexiones, a partir de lo cual se captó el sentido de las ideas y las acciones. Las diferentes actividades se establecieron como criterios de credibilidad; logrando así la triangulación y la comprobación de la información con los participantes.

En la primera parte de la investigación, elaboramos una historia del uso y manejo del agua en el municipio²². En una segunda etapa, identificamos las representaciones sociales asociadas al acceso y manejo del líquido²³. Se vinculó la reciprocidad con las divinidades, elemento de la cosmovisión indígena, con las implicaciones en el acceso al líquido, así como las modificaciones en las representaciones propiciadas por el Estado neoliberal y sus políticas. Una vez que logramos entender mejor la cosmovisión en torno al manejo del agua, buscamos comprender, con las palabras de los actores, la estructura, las relaciones en los comités y los principios rectores que permiten la continuidad del sistema.

Santa María Teopoxco

Santa María Teopoxco se localiza en la Sierra Madre del Sur, en la zona denominada la Cañada, Oaxaca (Figura 1). En 2020, se contaba con una población de 3.985 de habitantes; la PEA correspondía al 27 % de la población²⁴.

Teopoxco pertenece a la Región Hidrológica número 28 Papaloapan, en la cuenca del Río Papaloapan, en la subcuenca de los Ríos Petlapa (99,69 %) y Salado (0,31 %). Dentro del territorio se localizan 5 microcuencas²⁵. El río principal es el Río Grande (Ueyatl) o el río de Teopoxco, con corriente permanente, afluente del río Petlapa. 41 manantiales proveen el agua que consumen las localidades²⁶.

Existen tres posturas respecto al origen de la ubicación actual de Teopoxco: pueden ser habitantes de las guarniciones militares aztecas, los recaudadores de tributos y los pueblos de cultura náhuatl establecidos alrededor de las villas españolas; o pueden ser hablantes de náhuatl venidos de Quautinchan en 1170 D. C., resultado

¹⁴ Ávila, 2007.

¹⁵ Thomas, 2006.

¹⁶ Yin, 2009.

¹⁷ Glendhill, 1993.

¹⁸ INEGI, 2020.

¹⁹ INALI, 2008.

²⁰ Ayuntamiento Constitucional de Santa María Teopoxco, 2017.

²¹ Sánchez-Ramos; Dirzo, 2014.

²² García-Bravo et al., 2020.

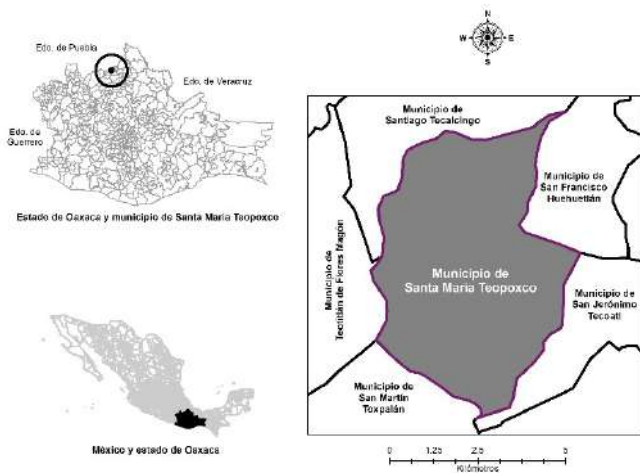
²³ García-Bravo et al., 2022.

²⁴ INEGI, 2020.

²⁵ LA VENTANA A. C. y Comisariado de Bienes Comunales de Santa María Teopoxco, 2017.

²⁶ Ayuntamiento Constitucional de Santa María Teopoxco, 2014.

Figura 1. Localización del municipio de Santa María Teopoxco, Oaxaca



Fuente: García-Bravo et. al., 2022.

de la invasión mexicana a la Mixteca, quienes posicionaron guarniciones aztecas en la zona²⁷. También existe la hipótesis de un posible origen nonualca proveniente de Tula-Tollan (Hidalgo)²⁸. El primer registro que da cuenta de la existencia de Teopoxco (Teopochco) data de septiembre 15 de 1581; en las Relaciones geográficas del siglo XVI, encomendadas por Felipe II, con el objetivo de sistematizar la relación histórico-territorial de la Nueva España²⁹. El 8 de enero de 1976 se publicaron los Bienes Comunales de Santa María Teopoxco³⁰. Y el 27 de junio de 2006 se inscribió al Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE), con 1.278 comuneros. De su territorio, destinaron 827,5 ha como uso común y de 2.716,2 ha se expidieron los certificados parcelarios³¹.

De las 29 localidades del municipio³² se seleccionaron a seis, las cuales, a opinión de los entrevistados, representan lo que pasa en el municipio. Las localidades son: el Centro (cabecera municipal), Villa Nueva (agencia³³), Los Durazos (dos redes de aguas locales), San Nicolás (comparte red con la localidad de Guadalupe Victoria), Cerro de las Plumas (frontera con pueblos mazatecos), Ocotzocuatla (sin red de agua local).

Resultados: características de los comités

Identificamos diversas organizaciones en el municipio y al exterior que intervinieron en la construcción de las redes de agua locales, además de elementos coyunturales en cada localidad. La primera obra hidráulica, que se tiene registrada, es la realizada en la localidad del Centro, en 1978. La planeación y construcción de la red la realizó la Comisión Nacional del Papaloapan³⁴. Sin embargo, este caso es una excepción, los casos restantes son iniciativas familiares o de las localidades. En cada localidad, las personas se organizaron para buscar el o los manantiales que pudieran proveer agua para uso humano.

La Tabla 1 sintetiza algunos de los hallazgos. En localidades como San Nicolás, Cerro de las Plumas y los Durazos, el municipio u otra institución proporcionó el material y los usuarios realizaron el trabajo para elaborar los tanques y la red de agua; sin embargo, no recibieron asesoría técnica externa y lo hicieron con los conocimientos de albañilería de algunos integrantes de la localidad. En otros casos, como en la red de Francisco I. Madero, localidad administrada por la agencia de Villa Nueva, fue un proyecto que solicitó la localidad y que se financió con aportación federal, quien cubrió la totalidad del proyecto, lo que incluyó los salarios que percibieron los trabajadores de la construcción, muchos de ellos miembros de la localidad.

Respecto a los comités de agua, en cada sitio son diferentes. Primero, en la cantidad de integrantes, en la localidad del Centro, lo integran 6 personas, en este lugar los usuarios eran 297 en enero de 2020. Sin embargo, en localidades como Cerro de las Plumas y los Durazos son dos los integrantes del comité, el encargado y su suplente, en estas localidades los usuarios eran 25 y 28, respectivamente.

Las funciones administrativas y de mantenimiento del comité también son diferentes en cada caso, ya que cada localidad acuerda en las juntas o asambleas locales sus reglas y sanciones. En el Centro, en Cerro de las Plumas y en varias de las localidades de la agencia de Villa Nueva, los usuarios pagan una cuota de agua (en 2019, en el Centro fue de 80 pesos, en Cerro de las Plumas de 100, en Francisco I. Madero es de 30 pesos y en Villa Nueva de 50 pesos) y el comité está encargado del mantenimiento de los tanques de agua. En el Centro se lavan cada mes, el comité recibe el pago de su día, en Cerro

²⁷ Cuamatzi, 1999.

²⁸ Duran, 2009.

²⁹ Duran, 2009

³⁰ RAN, 2001.

³¹ RAN, 2001.

³² INEGI, 2020

³³ La agencia, en el estado de Oaxaca, es una "categoría administrativa dentro del nivel de Gobierno Municipal" (art. 43), a quien se asigna una partida presupuestal por parte del municipio (art. 81) (LOMEO, 2021).

³⁴ CONAGUA-AHA, Fondo Consultivo Técnico, Caja 96, Expediente 1256, Folios 16 y 17.

Tabla 1. Características de la red de agua de las seis localidades seleccionadas en Santa María Teopoxco

Localidades / Población 2020*	Año	Red de agua / Características	Financiamiento	Usuarios	Miembros del comité	Mantenimiento
Agencia Villa Nueva / 525	1990, 2005, 2009, 2013, 2017	5 proyectos de redes de agua en la agencia	3 de ellos fueron con tequios+ y apoyo del municipio. Los dos restantes fueron sufragados en su totalidad por organismos del gobierno federal	La red más grande provee agua a 150 familias, la red más pequeña a 20	Presidente, secretario y tesorero	Cuota anual. El comité lava los tanques cada mes sin salario
Ocotzocuatla / 104		No hay red local	Recursos propios			Ej. Rotación de turnos para mantenimiento cada semana
Cerro de las Plumas / 70	1995, 2000	2 proyectos de redes de agua	Municipio, tequio y recursos propios	28	Encargado y suplente	Cuota anual. El comité lava los tanques cada dos meses con salario
Centro / 670	1978, 1995, 2017	3 proyectos de redes de agua	Comisión Nacional del Papaloapan, tequios y organismos gubernamentales	297	Presidente, secretario, tesorero y tres vocales	Cuota anual. El comité lava los tanques cada mes con salario
San Nicolás/108 Gpe. V / 196	1990	1 tanque de captación, 1 de almacenamiento	Municipio, tequio y recursos propios	23 de San Nicolás, 96 de Guadalupe Victoria	Presidente, tesorero, secretario	Sin cuota. Rotación de usuarios para lavado de los tanques
Los Duraznos / 130	1995, 1999	2 redes de agua	Municipio, tequio y recursos propios	21 y 4 familias respectivamente	Encargado y suplente	Sin cuota, el comité lava los tanques sin goce de sueldo

* INEGI, 2020.

+ El término tequio se abordará más adelante

Fuente: elaboración propia.

de las Plumas los tanques se lavan cada dos meses. Sin embargo, en Ocotzocuatla no hay red local, sino familiar. Así que no hay cuotas de agua, en el ejemplo que se tiene de esta localidad, las 7 familias que elaboraron su propia red, lavan los tanques cada semana y se cooperan para cualquier reparación. En San Nicolás tampoco hay cuota de agua, se rotan el lavado de los tanques por familias. Y el comité solo se encarga de organizar el lavado, de cobrar la penalización por no asistir al trabajo o no ir a las reuniones, y la reparación de alguna avería en la red de agua.

Los comités están encargados de reparar cualquier daño en la red de agua. La compra de los materiales para la reparación procede de las cuotas, o del fondo que se genera por cobrar a quien no realizan trabajo físico, o se cooperan para la compra. El comité puede o no recibir un pago por el trabajo del día, pago de transportación u otro gasto extra, esto lo decidirán los usuarios de la localidad, en una asamblea o junta local.

En la mayoría de los casos, los comités se cambian cada año. Se hace en el mes de enero. En una reunión, donde participan todos los usuarios, el comité da un reporte de las actividades del año que está terminando. Señalan la fecha, la actividad que se realizó, los ingresos

y/o los gastos que se incurrieron. Al final se hace un corte financiero y un informe del inventario del material con el que se cuenta. Después, los usuarios toman la palabra para calificar la labor de ellos. En este momento, pueden cancelar un gasto, al considerar que la acción y el gasto no fue justificable y pueden obligar al comité a devolver dinero. Y se entrega el balance general. Por ejemplo, en enero de 2020, el comité de agua del Centro informó que contaba con un fondo del año 2018 de 46.160 pesos, en 2019 ingresaron 45.600 y gastaron 25.447,50; dejando un saldo de 66.312,50 pesos.

Posteriormente, en esa misma reunión, se proponen a los integrantes del próximo comité. Algún asistente alza la voz y propone al próximo encargado, y se van nombrando a los demás miembros del comité. Las personas propuestas pasan al frente, cada uno va recibiendo el cargo. En caso de no aceptarlo ese año, explica a todos los asistentes sus razones, y la junta decidirá si admite las razones o no. En caso de que una persona propuesta no esté en la junta de ese día, el comité que está entregando tiene que citar a la persona a una próxima reunión. Así, se elige al nuevo comité, este recibe el dinero y el inventario. Las decisiones se toman a mano alzada y cara a cara. Todos los usuarios están

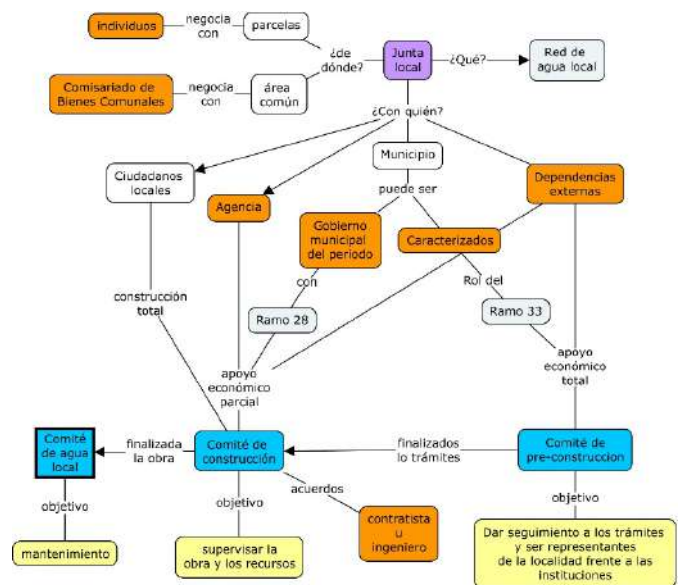
obligados a participar en el comité, de no hacerlo, se le desconectaría de la red; y nadie puede darle agua, porque también se le suspendería el abastecimiento.

Los que hemos descrito hasta aquí son las características del comité de agua local que está en funciones. Sin embargo, antes de que hubiera un comité, se dieron una serie de acuerdos con diferentes organismos en el municipio y/o al exterior de él, para la construcción de la red de agua local, asunto que se aborda en la siguiente sección. El comité de agua que hemos descrito, es un momento de la historia de la organización, para proveer del líquido a la localidad.

Arreglos y relaciones en la conformación del comité de agua

Los ciudadanos de cada localidad se reúnen para la toma de decisiones³⁵ en juntas o asambleas locales. En estas reuniones o juntas locales³⁶ se puntualizan las necesidades, las prioridades, las maneras de resolverlas, con qué y con quién se cuenta. Como muestra la Figura 2, la junta local decide las prioridades a atender; en este caso, la red de agua. Para empezar una red de agua local, se toman decisiones en la asamblea o junta local. Las decisiones van desde si en su territorio existe un manantial con suficiente caudal para proveer líquido a la comunidad, de no ser así, a qué distancia se encuentra el más cercano. Buscan el manantial, negocian, ya sea con el Comisariado Comunal o con particulares, el acceso al manantial. También, calculan gastos y buscan fuentes de financiamiento, que pueden dar como resultado negociar con los caracterizados³⁷, con la agencia, con el municipio u otra institución fuera del municipio. Dependiendo de los acuerdos logrados entonces se crean los comités que darán respuesta a los requerimientos de la localidad y de quien apoye el financiamiento de

Figura 2. Relaciones en la formación del comité de agua



Fuente: elaboración propia.

la red de agua. Al final tendremos al comité de agua, encargado del mantenimiento de la red. Por tanto, el conocido comité de agua es el resultado de una serie de acuerdos internos y relaciones con organizaciones al interior del municipio o fuera de él.

Respecto a la construcción de la red de agua y los acuerdos locales cabe recordar que son iniciativas de cada localidad. Ocotzocuatla es la única localidad del municipio que no cuenta con una red local. Sin embargo, se calculó que 14 fuentes de agua proveen el líquido a 32 ciudadanos y sus familias. En este caso, cada familia planeó, diseño y sufragó los gastos de su red.

Todas las demás localidades han tomado acuerdos internos para buscar sus fuentes de agua, en la mayoría de los casos fuera de la localidad. Lo anterior ha implicado, la negociación con los dueños de las parcelas donde se encuentra el manantial o con el Comisariado de Bienes Comunales para tomar agua de las fuentes de agua del área común. Poder tomar el líquido de algún manantial conlleva el pago en especie –refrescos, cervezas, pan– como muestra de agradecimiento y/o dinero.

Dependiendo de las prioridades en cada localidad, de la magnitud del trabajo y de los recursos materiales que tengan, la junta local toma acuerdos para buscar financiamiento para la construcción de la red (Figura 2). En Teopoxco, hay un rol para proporcionar una “obra grande” a cada localidad, con el presupuesto del ramo 33 del gobierno federal; dicho rol ha sido acordado en la asamblea general, donde están presentes todos los ciudadanos del municipio. Los caracterizados garantizan el cumplimiento de la obra asignada en el rol; esta es una

³⁵ Cada localidad define a quién se considera ciudadano o ciudadana. Por regla general, son varones mayores de 18 años. En el caso de las mujeres, son consideradas ciudadanas si son madres solteras que viven de manera independiente de sus padres. Como ciudadanos, tienen la responsabilidad de participar de manera activa en la toma de decisiones y en la realización de trabajos para la localidad y el municipio.

³⁶ Cada localidad nombra a un representante y un suplente. Cada año se rotan; por tanto, todos los ciudadanos serán representantes o suplentes en algún momento. Ellos son representantes de la localidad ante la agencia y/o el municipio.

³⁷ Es un grupo de personas que representan la voluntad del pueblo, alrededor de 200. Son personas que son respetadas en su localidad y en el municipio, que tienen el interés de participar en la toma de decisiones y sus decisiones son respetadas por el gobierno municipal y por el pueblo en su conjunto. Para aprobar el presupuesto anual del municipio, son convocados y ellos priorizan las labores del gobierno en turno.

manera de obtener la totalidad del recurso para la red de agua local. Otra manera es que los ciudadanos de la localidad soliciten a la agencia, al gobierno municipal, a un organismo público, a una organización civil o a algún personaje público –senador, diputado, candidato político para presidente en el municipio o en el estado– parte del material, como es cemento, varilla, tubos, entre otros; lo demás lo proporcionan los ciudadanos, lo que muchas veces incluye trabajo físico, denominado tequio.

Como resultado de las interacciones de la junta o asamblea local, identificamos tres situaciones. Formar el comité de pre-construcción, este comité representa a la localidad frente a los organismos que podrían proporcionar el financiamiento total para la red de agua, solo existirá mientras se realicen trámites administrativos. El servicio social que prestan los miembros elegidos de la localidad, no tiene remuneración ni tiempo definido, puede implicar que la persona gaste de sus recursos para gestionar trámites fuera del municipio. Una vez que se tengan los recursos y se inicie la obra, se crea un comité de construcción, el comité permanecerá durante el tiempo que dure la obra. En algunos casos, la red fue diseñada y elaborada por los propios ciudadanos. En otros, al tener un proyecto con dinero federal, estatal o municipal, lo que implica contratar a un arquitecto o contratista, el comité está encargado de supervisar el trabajo que se elabora y negociar, con el contratista, el arquitecto y el municipio, el lugar de los tanques, la red de la tubería, extensiones en la red no contempladas en los planos, entre otras cosas; vigilando, junto con el municipio, que se cumpla con los deseos de la localidad.

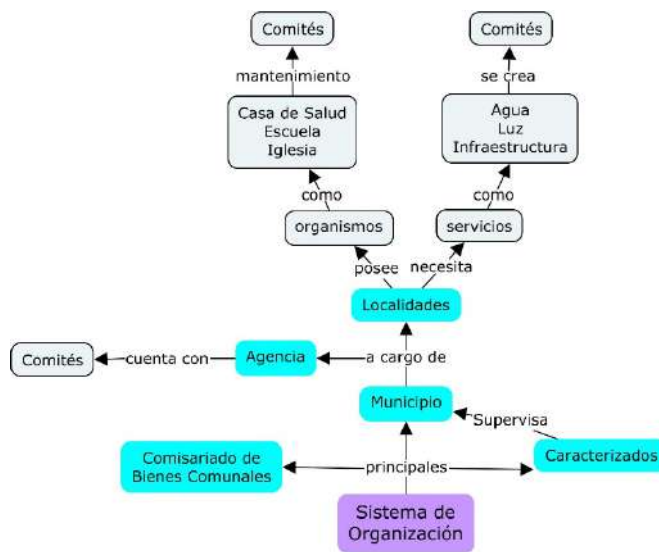
Una vez terminada la construcción, se acuerdan las características que tendrá el seguimiento y mantenimiento de la red y los tanques, las reglas de uso y las sanciones. Se elige al comité, y de allí en adelante entra en vigor el comité local de agua.

Puntualizamos que el manejo del agua en cada localidad es un elemento diacrónico, y el comité de agua es solo una etapa. Ahora bien, la coordinación para el manejo del agua es solo una parte de una serie de organismos que están interrelacionando en la organización de las localidades y del municipio, que se dan de manera sincrónica.

La reproducción al interior del sistema y en el tiempo

Al preguntar, ¿de dónde aprendieron a organizarse en comités? La respuesta nos mostró que hay una serie de

Figura 3. Sistema de organización del municipio de Santa María Teopoxco, Oaxaca



Fuente: elaboración propia.

organismos en diferentes niveles, donde los ciudadanos de todo el municipio interactúan.

Por un lado, se preguntó, ¿por qué se denomina comités a los organismos que organizan las actividades? Se dijo que es una práctica que aprendieron cuando se hicieron las primeras escuelas, los maestros formaron los primeros en las escuelas. Y el señor TS³⁸ mencionó que se formaron los primeros comités cuando se instaló la energía eléctrica. Por tanto, el sistema de organización presente en el municipio de Teopoxco es una entidad que se adapta a los cambios. En la organización del municipio y de las localidades se adoptó como modelo de organización a los comités, y éste ha sido adaptado a las diferentes necesidades de las localidades. Así, encontramos el comité de la luz, de la escuela, de la casa de salud y el de obras.

Observamos diferentes niveles en la estructura organizativa: a nivel del municipio, de la agencia y en las diferentes localidades, y en estos niveles vemos la presencia de comités, por lo que hablamos de reproducción del sistema de organización en diferentes escalas del municipio. Como muestra la Figura 3, las localidades cuentan con diversos organismos tales como: iglesia(s), escuela(s), casa de salud y comedor comunitario, estas instituciones cuentan con un encargado y miembros que lo ayudan, sobre todo en el

³⁸ Teodoro Sánchez, integrante del primer comité de agua en la localidad del Centro, entrevista realizada el 1 de agosto de 2020.

mantenimiento que, en el caso de la casa de salud, la escuela y el comedor, se denominan comités. Además, dependiendo de las necesidades locales se han requerido servicios como luz, agua o carreteras, aquí también se forman comités. La localidad, la agencia y el municipio tienen sus propios organismos y, por tanto, sus comités respectivos. Éstos van surgiendo o desapareciendo, dependiendo de las necesidades de la localidad, de la agencia o del municipio.

En las localidades, las personas que trabajan en estos comités, como el comité de agua, no reciben sueldo. Su labor se denomina servicio social, aquí las actividades son, sobre todo, referentes a la gestión y la participación en actividades en favor de la localidad –tales como la asistencia a reuniones en el municipio, el estado u algún otro organismo como representantes de la localidad³⁹–, es trabajo honorífico sin remuneración, generalmente de un año. Cada localidad establece las reglas de participación. Por ejemplo, en San Nicolás, un ciudadano tiene que participar en todos los comités, sea o no usuario, tienen que ser miembros del comité de la escuela, tenga o no tenga hijos. Pero en otras localidades, solo participan en la rotación de servicios sociales si se es usuario. Dependiendo de las necesidades locales se forman los comités y la duración de ellos dependerá de los objetivos de su formación –un caso claro, es el de obra, una vez terminada la construcción de la red de agua, de la carretera, de la cancha deportiva u otras obras; sus funciones terminan–.

Los ciudadanos también tienen que participar en las actividades del municipio. En estos casos se realiza una labor que se denomina en la literatura como “cargo”, hay un número de cargos que deben realizar los ciudadanos. Hasta no hace mucho, los cargos eran exclusivos para varones, esto está cambiando; y ahora las mujeres tienen participación en los cargos del municipio, evento propiciado por los partidos políticos a quienes se les exige paridad de género. Los cargos identificados son trabajos en el cabildo del municipio, en el Comisariado de Bienes Comunales, en la Agencia, en las Casas de Salud y/o en la Iglesia. Solo los que trabajan en el municipio y en la agencia reciben un salario, que provienen del presupuesto municipal, los demás son cargos honoríficos sin remuneración.

Además de estas labores, hay otras actividades que se realizan en la localidad y en el municipio, sin remuneración

monetaria, con carácter obligatorio, se les denomina *tequio*⁴⁰ o faena. Los tequios o faenas son trabajos físicos para el bienestar del colectivo, como son limpiar caminos de la localidad o caminos reales, el mantenimiento del panteón, o alguna otra actividad que el Municipio, el Comisariado, la Agencia o la asamblea local acuerden.

Recapitulando, los comités de agua son parte de la organización de cada localidad para su adecuado funcionamiento. Ahora bien, los comités son sistemas de organización que se utilizan en diferentes niveles de la dinámica social de Teopoxco: en el municipio, la agencia y las localidades, en donde todos los ciudadanos participan. Por tanto, vemos que los comités son una manera de organizarse en los diferentes ámbitos de la vida social, pero esta manera de organización también ha sido diacrónica. Los entrevistados refieren que empezaron a utilizarlos como modelo de organización en las escuelas y en los trabajos de la luz. El trabajo que se realiza en los comités no tiene remuneración, no hay un método para cuantificar el trabajo realizado, por tanto, no se sabe si alguien hace más o menos trabajo, el sistema es rotativo, existen una serie de responsabilidades, como la obligatoriedad de los trabajos, y sanciones que cada asamblea determina. ¿Cuál será el motor que permite la continuidad de este sistema de organización?

La reciprocidad en el sistema de organización

El sistema de organización está profundamente interiorizado en las personas. A la pregunta, ¿qué motiva el trabajo sin remuneración, ya sea como tequio, como servicio social o como cargo?, no dan una respuesta concreta, las personas mencionan “es que así es”, mostrando lo interiorizado del modelo.

Lo que nos permitió entender cómo se motiva la continuidad del sistema, fue preguntar ¿qué se les dice a las personas que no quieren o no pueden participar en un cargo o un servicio que la junta local les está encomendando?

“San tikmotlanetia tiempo, pero tlan okse tiempo okse kitlaliske, axan kitemakatoke servicio, itla aviso mistmakaske, a ver tlen aviso ejkoke, sepan okse tiempo, sepa okse, sepan ye yetos okse akin recibiros avisos”⁴¹.

³⁹ Ellos son los voceros de la junta local, por tanto, convocan a reuniones locales para la toma de decisiones y tienen que llevar su resolución ante el municipio, la agencia o la actividad que se solicite. No tienen salario, son servicios sociales.

⁴⁰ La palabra tequio viene de la palabra náhuatl *tekitl*, que significa trabajar.

⁴¹ Grupo focal, participantes: Hilario Aguilar, Juan Hernández Morales, Silvestre Hernández Morales. El 12 de julio de 2020 en la localidad de Ocotzocuaula.

Solo nos prestamos el tiempo, pero en otro tiempo van a elegir a otro, solo nos presta su tiempo, ahora nos da un servicio, avisarnos que avisos hay, que otro aviso llegó, pero en otro momento, otro va a ir por los avisos.

“Ximoyolochikauak, kitlatlaujtia. Kichiua machuejkika, hasta tlamis non tekitl, tlamis mofunción. Igual comité de la escuela cuando nombraroa, aunque se joven, mach kinpia konemej escuela, nian tikpia se acuerdo, uelis kichiuas comité... titlatlaujtia... Ximoyolochikaua, xikchiua, xikumpliro... [¿tlanik?] Por ser ciudadano de yin comunidad, matechpaleui. Porque, ken tejuan sepa ya tetajtike, machuelis tikchiua comité, por yonik tikinkitskitiui chochokomej”⁴².

Lo animamos (que su corazón se haga fuerte), le pedimos (con insistencia y respeto). Que lo haga, no es mucho tiempo, cuando se acaba el trabajo, se acaba su función. Igual en el comité de la escuela cuando se nombra, aunque sea joven y no tenga hijos, aquí tenemos un acuerdo, puede hacer de comité... le pedimos... Anímate, hazlo, cumple... [¿por qué?] Por ser ciudadano de esta comunidad, ayúdanos. Porque, como yo ya estoy viejo, no podemos hacer de comité, por eso, jalamos a los más jóvenes.

Primero, se le pide de favor, utilizan el término *ti-mitstlatlautia* (nosotros a ti te pedimos de manera respetuosa). Por tanto, existe respeto al pedir que se haga el servicio o el cargo. Además, utilizan la palabra *tikmotlanetia*, “nos estás prestando”, haciendo referencia al tiempo que estará trabajando en favor de la localidad, porque en el futuro la persona será retribuida con el trabajo de otros, obtendrán un beneficio igual o mayor al aportado al sistema. Por tanto, la persona trabaja porque sabe que en el futuro se le reintegrará lo que dio, el sistema de organización está diseñado con ese fin.

Discusión: características, relaciones y arreglos del comité de agua

En este trabajo logramos identificar que los comités de agua local poseen características particulares debido a los acuerdos tomados en la construcción de la red local, y a los acuerdos tomados al conformarse el comité. Sin embargo, por encima de estas peculiaridades, podemos apreciar una estructura que organiza la vida colectiva en Teopoxco, estructura que se reproduce a nivel del municipio, de la agencia y en las localidades, presen-

te también en el comité de agua. Identificamos un patrón de relaciones que permiten organizar y retribuir el trabajo realizado en la comunidad, una estructura de reciprocidad generalizada dinámica, movilizadora por el principio rector de la reciprocidad.

Al igual que en otras investigaciones⁴³ identificamos características comunes en el comité de agua: la representación colectiva, la ayuda mutua, los acuerdos, los sistemas de autogestión, las reglas, las sanciones, las cuales se ajustan a las peculiaridades locales, las características de la población y los acuerdos logrados. Las características idiosincráticas que observamos en el comité, en parte, las podemos explicar por su dimensión espaciotemporal. Como vimos en los resultados, la historia particular de las localidades y los atributos del espacio en donde están asentadas puede explicarnos las variaciones en las características de los comités.

Sin embargo, más allá de las variaciones en las dinámicas, hay una dimensión sociotemporal que va más allá de los comités locales. Esta dimensión nos permite identificar un sistema que está presente en la organización del municipio, por encima de la organización local del agua.

Santa María Teopoxco es un municipio de Oaxaca que coincide espacialmente con lo denominado por los pobladores como comunidad o *altépetl*. El *altépetl* es definido como una unidad política independiente, conformado por un centro poblacional y sus localidades, junto con sus elementos naturales y sobrenaturales⁴⁴. Estos *altepemej*, son los pueblos, las comunidades que fueron la base de algunos municipios en México⁴⁵.

Santa María Teopoxco, es una comunidad, por su origen en el *altépetl*, y también por el tipo de tenencia de tierra, una propiedad comunal. En la legislación mexicana, la propiedad comunal conforma un modelo de tenencia en sí, una propiedad colectiva. Pérez⁴⁶ define a la actual propiedad comunal como:

“Una forma de propiedad inmueble de naturaleza semiprivada, alienable, imprescriptible, inembargable, transmisible, divisible, convertible de régimen jurídico y de censo cerrado, cuyo dominio pertenece a un grupo de individuos denominados comuneros, que son titulares simultáneos de un derecho parcelario y de un derecho a parte alcuota sobre terrenos mancomu-

⁴³ Campuzano-Salazar, 2019. Galindo; Palerm, 2016. Rivera-Márquez et al., 2017. Sandoval-Moreno, 2020.

⁴⁴ Navarrete, 2019.

⁴⁵ Fernández; Urquijo, 2020.

⁴⁶ Pérez, 2002.

⁴² Entrevista con Félix García, 2 de agosto del 2020, en la localidad de San Nicolás.

nados, que se integran en un solo derecho agrario, cuya titularidad es otorgada por el status jurídico de comuneros”.

Sin embargo, las comunidades que son reconocidas como agente jurídico, por su derecho a la tierra comunal, implican más que su dimensión espacial. Son una unidad de pertenencia y organización social asociada a un territorio y a una historia en común, lo cual no significa que sea un ente social, homogéneo, autorregulado y aislado⁴⁷.

En esta dimensión espacial observamos un sistema que organiza la vida en el *altépetl*. Los comités de agua están incorporados a una estructura organizativa mayor que encontramos en diferentes niveles: la localidad, la agencia y/o el *altépetl*.

Las investigaciones llevan décadas buscando explicaciones al o los sistemas de organización indígenas. Sol Tax⁴⁸, en 1937, describe un sistema en que se alternan actividades religiosas con civiles, denominando a este sistema: municipio indio. Las investigaciones posteriores denominan este sistema de organización como gobierno local⁴⁹, o también sistema de cargos⁵⁰.

Muchas veces, el término de sistema de cargos se equipará con el término de gobierno local. Sin embargo, existen serios cuestionamientos a la teoría de cargos, provocados por la desvinculación en muchos pueblos indígenas de la vida político-administrativa de la vida religiosa y porque no nivela la vida económica de los pueblos indígenas⁵¹. Por ello, Topete⁵² marca una diferenciación del sistema de cargos con el concepto de gobierno local al definir al gobierno local como:

“...la forma de organización del poder y las autoridades (con la finalidad de emprender proyectos colectivos y atender los asuntos internos y aquellos que inevitablemente se relacionan con la sociedad mayor que los contiene), de acuerdo con un sistema normativo donde tienen un peso considerable las normas autogeneradas, y un proyecto comunitario, independientemente de la índole que ambos posean; por ende, en un gobierno local pueden ser incorporadas tanto las autoridades político-administrativas del ayuntamiento, las autoridades judiciales, las autoridades agrarias, las autoridades de la organización ceremonial religiosa (sistema de cargos religiosos, ma-yordomías, etc.) o cualquiera combinación de ellas”.

Por lo encontrado en este documento, sabemos que en el *altépetl* hay localidades, y cada una de ellas cuenta como un sistema de organización. También identificamos otros dos niveles, a nivel de la agencia y del municipio. Por las características del *altépetl* y su organización en el mundo náhuatl, en este artículo, llamaremos al denominado gobierno local, como gobierno indígena náhuatl. Entendemos por gobierno indígena náhuatl a la forma de organización del poder y las autoridades al interior de los municipios o comunidades que tienen su origen en el *altépetl*, este sistema de organización del poder tiene un sistema normativo y un proyecto comunitario que se asienta en una cosmovisión del mundo náhuatl, mexicano. Este tipo de organización no es inerte, ni rígido, ni es el gobierno de los náhuatl antes de la Conquista, es un gobierno dinámico y relacional.

Las relaciones que vemos en la comunidad de Teopoxco se dan en este sistema de gobierno indígena náhuatl heredado del *altépetl* que, a lo largo del tiempo, ha adoptado estructuras tales como la agencia, los comités y los caracterizados, gobierno que está por encima del cabildo del municipio del año en turno. Como se mencionó, en las localidades de Teopoxco, en la agencia y en el municipio podemos observar varias instituciones locales –escuelas, casas de salud, iglesias, comités de agua– con normas y objetivos, que son el resultado de su interacción con otros organismos; en el caso de los comités de la escuela con la Secretaría de Educación Pública, y el de la luz con la Comisión Federal de Electricidad. Sin embargo, no todas las localidades tienen los mismos acuerdos, como se mencionó, en San Nicolás, por ejemplo, todos los ciudadanos tienen que trabajar en el comité de la escuela, tengan o no hijos en edad escolar; situación que no sucede en otras localidades. Por tanto, no estamos ante una homogeneidad, ni ante estructuras rígidas.

Por otro lado, el conocido sistema de cargos es un sistema que está dentro de la estructura del gobierno indígena náhuatl, que está más relacionado con el funcionamiento del municipio o las actividades que administra el municipio, el Comisariado de Bienes Comunales y la Iglesia católica. Sin embargo, como se mencionó, existen otras instituciones que interactúan en la comunidad, y la participación de los ciudadanos en esas otras organizaciones –tales como, el comité de la cocina, de la escuela, del agua– no implica una participación en el sistema de cargos.

La forma de organización, el gobierno indígena náhuatl, se puede observar a escala de la localidad, la agencia, el comisariado o el municipio. En primer lugar,

⁴⁷ Pérez, 2005.

⁴⁸ Topete, 2014.

⁴⁹ Aguirre, 1991.

⁵⁰ Korsbaek, 2009.

⁵¹ Korsbaek; Ronquillo, 2018.

⁵² Topete, 2014, 10.

la que conglomeraba al *altépetl*, donde existe un sistema de cargos, que en el caso de Teopoxco, interactúan el cabildo del municipio, el Comisariado de Bienes Comunes, la Agencia, las Casas de salud y la Iglesia católica; pero también otras organizaciones como los comités de obras; en el caso de que la obra englobara al municipio; los comités de las escuelas, en caso de que a la escuela asistieran alumnos de diferentes localidades. En otro nivel, la Agencia posee un sistema de servicios sociales donde interactúan las localidades bajo su supervisión. Y en otro nivel, las localidades, quienes tienen un representante y su suplente –servicio social–, así como diferentes comités que se utilizan para el logro de sus objetivos.

Identificamos una reproducción del gobierno indígena náhuatl en el tiempo, y también una reproducción de este sistema de organización al interior del *altépetl*. Utilizamos el concepto de reproducción como una analogía de la organización y la reproducción de la estructura organizativa con los fractales. En particular con lo relacionado a la autosimilitud, porque ilustra la reproducción similar y la propagación de decisiones y acciones en diferentes niveles jerárquicos al interior del *altépetl*⁵³. Aunque estas explicaciones se han dado en relación con los pueblos antiguos en Mesoamérica, nosotros podemos observar la reproducción del sistema de organización en diferentes niveles: en el municipio, en la agencia y en las localidades⁵⁴.

Además, observamos que esta estructura de gobierno indígena adopta nuevos elementos externos sin eliminar su estructura original; es un sistema flexible. Lo anterior no significa que adopte todo lo que llega, tenemos el caso de las cooperativas, los grupos de trabajo que se han fomentado para el trabajo colectivo, como son los invernaderos, los proyectos para ganadería por parte de grupos de trabajos, formas de organización que no han sido adoptadas en Teopoxco. La flexibilidad del sistema no modifica la entidad básica pero sí su trayectoria, lo cual no se contrapone a la analogía de los fractales⁵⁵.

Por tanto, es necesario crear teorías y metodologías que nos permitan entender la estructura de los gobiernos indígenas en México y en Mesoamérica; los elementos y la reproducción del sistema desde una visión de

los agentes sociales. Es necesario ir más allá de las anécdotas en los pueblos indígenas, o de los Indios muertos⁵⁶; en los gobiernos locales existen elementos que nos permitirían proponer modelos de organización, necesarios en la gestión del agua.

La reciprocidad, motor de la reproducción al interior del sistema

Hasta aquí, hemos identificamos que hay un sistema de organización, el denominado gobierno indígena náhuatl, que se reproduce al interior del sistema en diferentes escalas y en el tiempo, este sistema explica la organización del *altépetl*, de la agencia, de las localidades y de los comités.

¿Cuál es el móvil que permite la propagación del gobierno indígena náhuatl al interior del *altépetl* y en el tiempo? Por un lado, encontramos en los relatos de los entrevistados que, a las personas se les anima (*tikinyolchikaua*), se les pide con insistencia y respeto (*tikintlatlaujtia*), se les integra (*tikinkitskitiui*); no se les obliga, ni se les amenaza; lo cual no quiere decir que no ocurra en situaciones de negativa rotunda. ¿Con qué palabras se anima o se integra a las personas a participar en el sistema? “Solo nos prestamos el tiempo” (*San tikmotlanetia tiempo*), ahora lo hará la persona designada para el trabajo, pero después lo hará otro.

Estos términos son claras referencias a lo que se ha denominado como reciprocidad. En sistemas de organización mesoamericanos, la literatura ha mencionado la reciprocidad como un elemento clave en las relaciones⁵⁷. La reciprocidad, en los pueblos indígenas, no solo se da en las relaciones entre pares, también se da con el mundo sagrado. Barabas⁵⁸ menciona:

“...la reciprocidad sustenta la relación entre los humanos y los entes sagrados, espacializados en diversos lugares del entorno natural; relación basada en la concepción de que si se cumple con las exigencias del don se obtiene bienestar y el equilibrio de la vida, si no, tal como muestran los mitos de privación, se pierde la protección de lo sagrado y también la “suerte” y los dones, ya que el territorio se vuelve árido, carente de vegetación, animales y agua. Desde mi perspectiva, no es posible entender la interrelación humano-sagrado en las culturas indígenas

⁵³ López, 2007.

⁵⁴ El sistema de organización está tan introyectado en los individuos de los pueblos indígenas que es la manera natural de organizarse. Esto se reportó en una cooperativa de café en Chenalhó, Chiapas, México (García-Bravo, 2016).

⁵⁵ López, 2007.

⁵⁶ Giménez, 2017.

⁵⁷ Parra-Vázquez; Moguel, 1998. Good, 2005.

⁵⁸ Barabas, 2008, 122.

sin considerar la ética que rige sus relaciones, ya que mediante el don se establece una alianza entre las deidades y los humanos que permite la negociación entre ellos”.

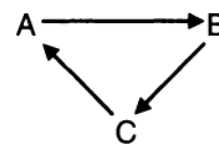
Por tanto, en el mundo náhuatl, un principio básico que ha regido la relación del mundo natural con el mundo sobrenatural es la reciprocidad. Las deidades dan y para que el bien siga fluyendo es necesario que las personas den o regresen a los seres divinos lo que ellos piden. Lo anterior es importante porque nos ayuda a entender la lógica que explica las relaciones; por un lado, con el mundo sagrado, pero también lo observamos en las relaciones con la naturaleza y en las relaciones que se reproducen para organizar la vida social.

Al tratar de entender, de manera teórica, cómo funciona un sistema de organización basado en la reciprocidad, Molm⁵⁹ explica teóricamente a los sistemas de organización de reciprocidad generalizada, en donde un actor otorga beneficios a otro y recibe beneficios de otro, pero no de el mismo actor. Los beneficios fluyen unilateralmente, como en el intercambio recíproco, pero la reciprocidad es indirecta. Las donaciones de A a B no son recíprocas directamente, por las donaciones de B a A (como en el intercambio recíproco y negociado), sino por un tercero en el círculo social, a quien podemos llamar C. A, B y C podrían componer una cadena generalizada, el sistema de intercambio (Figura 4). En este tipo de intercambio se requiere de una red de actores.

Un sistema de organización recíproca de intercambio generalizado puede generar fuertes lazos de confianza y solidaridad entre los actores incluso en ausencia de una relación personal cercana. Por el contrario, es menos probable que se generen vínculos de confianza y apego afectivo si el intercambio es directo (donde A da a B y en la misma proporción B da a A), especialmente cuando los actores de la relación son desiguales en el poder⁶⁰.

Por lo reportado en este trabajo podemos decir que, el sistema de organización indígena, el gobierno indígena náhuatl, se puede explicar teóricamente como un sistema dinámico de organización recíproco de intercambios generalizados. Donde las personas de la comunidad saben que están “prestando”, algo que se les devolverá. Como el sistema está diseñado para que se reciba lo que se dio; los integrantes del sistema, los ciudadanos del municipio

Figura 4. Reciprocidad indirecta



c. Unilateral Flow of Benefits in Chain-generalized Exchange

Fuente: Molm, 2010, 121.

confían en que se les devolverá el trabajo dado, incluso se les regresará más de lo que dieron. Por tanto, la cooperación, que en la literatura se identifica como lazos de solidaridad⁶¹, no es un sentimiento inherente a los individuos, es generado por el sistema.

Las investigaciones respecto a los sistemas de reciprocidad generalizada, han identificado dos procesos distintos que rigen el flujo en los intercambios generalizados: un sentimiento de gratitud y la reputación⁶². Nosotros, no identificamos estos sentimientos como elementos que rijan el flujo de las interacciones. Identificamos que los agentes sociales en el sistema tienen expectativas no inherentes a los individuos sino al sistema en sí, la estructura del sistema tiene como principio de orden, la reciprocidad. Por ello, podemos pensar en la reciprocidad como un principio eje que dinamiza el sistema de organización del mundo náhuatl. Este sistema no es estático, la historia del sistema nos permite observar como este gobierno indígena náhuatl es dinámico y las relaciones que establece van modificándolo, adoptando elementos como a los caracterizados y a los mismos comités en sus relaciones.

Por tanto, el gobierno indígena náhuatl es un sistema dinámico. Para entender los procesos en los diferentes niveles de organización necesitamos tener presente las características idiosincráticas del sistema y su dimensión espacial (en este caso, el *altépetl*). Si nos quedamos en este nivel, corremos el riesgo de definir a estos sistemas como estáticos y sin entender cuáles son las dinámicas que subyacen al sistema. Por ello, es necesario conocer la dimensión temporal, no solo de las características o categorías definidas, sino la historia de los significados en torno a las categorías, en este caso fue necesario entender qué permitió la dinámica del comité local. El entender los significados nos permitirá distinguir los principios de orden del sistema.

⁵⁹ Molm, 2010.

⁶⁰ Molm, 2010.

⁶¹ Gasca, 2014. Sandoval-Moreno, 2011.

⁶² Simpson et al., 2018.

Nosotros no observamos sentimientos prosociales como la gratitud o la búsqueda de prestigio, lo cual no significa que no existan, pero no serían el motor principal del sistema. Las interacciones de las personas con los elementos físicos se hacen desde la cosmovisión indígena de los pueblos náhuatl, en ésta logramos identificar los principios de orden del sistema, donde la reciprocidad es un principio fundamental de la realidad del mundo náhuatl. Por ello, más que sentimientos inherentes a los individuos, estamos ante una manera particular de interpretar la realidad que estructura las interacciones, la cosmovisión de los pueblos indígenas.

Como menciona Barabas⁶³, en el mundo mesoamericano, la cadena de reciprocidad se da con los entes sagrados, y en este estudio identificamos la red de reciprocidad en las relaciones del mundo social. Las divinidades dan un don –agua, alimento vegetal, permiso para la caza, permiso para construir un carretera–; a cambio, las personas deben dar un agradecimiento, de lo contrario las divinidades se molestarán y pueden cortar el bien o exigir el pago correspondiente. Es un don condicionado, existe una relación de reciprocidad con las divinidades, la divinidad da esperando ser retribuida. Estos significados generan expectativas que propician un sistema de relación⁶⁴.

La reciprocidad es un elemento clave en la conformación de los comités, en particular el del agua. La participación honorífica y sin remuneración, el hacer las actividades encomendadas por la asamblea o junta local –o en otros niveles por la asamblea de la agencia o por la asamblea general–, el no estar comparando quién hizo más o menos, es el resultado de un principio rector en la vida de los pueblos indígenas, la reciprocidad.

La cosmovisión de los pueblos originarios integra la vida de los dioses, la naturaleza y el hombre, en donde existe un flujo continuo del mundo sagrado con el de los humanos⁶⁵, entramado en una relación de reciprocidad. Dicho elemento se contrapone a la visión antropocéntrica del sistema capitalista y del Estado mexicano, quienes además de desvincular la vida espiritual de la humana, ven a la naturaleza como un elemento moldeable para lograr los fines que las personas determinen⁶⁶.

Es necesario contrastar la propuesta de un sistema dinámico de reciprocidad generalizada con otros pueblos

náhuatl y mesoamericanos; determinar el flujo del sistema, identificando otros principios de orden presentes en la cosmovisión del mundo indígena, principios que permiten la permanencia de este sistema de organización.

Conclusiones

Las peculiaridades de los comités locales pueden ser descritas por las características espaciotemporales de las localidades. Sin embargo, entender la organización y la dinámica del gobierno indígena náhuatl nos permitirá entender la reproducción objetiva y subjetiva de los comités de agua local.

Destacamos la presencia del sistema de reciprocidad generalizada como modelo teórico, que permite explicar la propagación y la reproducción del gobierno indígena náhuatl a nivel del *altépetl*, la agencia y las localidades. Sin embargo, este sistema es dinámico, es decir, las interacciones de los sujetos como de las organizaciones modifican al sistema. Este tipo de relación se da debido a los principios que rigen el pensamiento náhuatl, en este caso particular, la reciprocidad. La reciprocidad, no como un sentimiento de los individuos dentro de una comunidad, sino como un principio rector en la cosmovisión del mundo indígena, que permite la interacción, pues da significado a la realidad social y genera expectativas en las interacciones. Lo antes descrito en los comités de agua locales y en la cosmovisión de los pueblos indígenas señalan que, los principios de realidad afectan tanto la organización como el manejo del agua. Sería pertinente cuestionar constructos tales como el de: recursos, la racionalidad y la utilidad, que tienen los modelos de organización exitosos del modelo capitalista. Quizá este tipo de cuestionamientos generen propuestas que pueden ayudar a enfrentar el reto de la gestión del agua en los años venideros.

Agradecimientos

Agradecemos a las personas entrevistadas del municipio de Santa María Teopoxco, por su colaboración y ayuda. Agradecemos al traductor Daniel Sánchez Carretera, por la colaboración en la traducción y la precisión de los conceptos y sus propiedades.

⁶³ Barabas, 2008.

⁶⁴ Fuhse, 2009.

⁶⁵ Barabas, 2008.

⁶⁶ Villoro, 1992.

Fuentes documentales

CONAGUA-AHA (Comisión Nacional del Agua - Archivo Histórico y Biblioteca Central del Agua). Fondo Consultivo Técnico, Caja 96, Expediente 1256, Fojas 16 y 17.

Referencias bibliográficas

- Acosta Márquez, Eliana.** 2010: "La Fiesta de Los Manantiales. Una aproximación al cambio y continuidad de la tradición religiosa entre los nahuas de Pahuatlán". *Estudios Mesoamericanos*, (9), 5-15.
- Aguirre Beltran, Gonzalo.** 1991: *Formas de Gobierno Indígena (3ª Ed)*. México D.F., Fondo de Cultura Económica.
- Amaro Zahuantitla, Gustavo; Guillen Flores, Efraín.** 2018: "La influencia del sistema de cargos en la acción colectiva de los barrios de San Pablo del Monte Tlaxcala, México". *Hegemonia: Revista de Ciências Sociais*, (24), 27. <https://doi.org/10.47695/hegemonia.vi24.241>
- Ávila García, Patricia.** 2007: *El manejo del agua en territorios indígenas en México*. Ciudad de México, Banco Internacional de Reconstrucción, Banco Mundial.
- Ayuntamiento Constitucional de Santa María Teopoxco.** 2014: *Plan Municipal de Desarrollo. Santa María Teopoxco*. Santa María Teopoxco, Oaxaca, Ayuntamiento Constitucional de Santa María Teopoxco.
- Ayuntamiento Constitucional de Santa María Teopoxco.** 2017: *Plan Municipal de Desarrollo. Santa María Teopoxco*. Santa María Teopoxco, Oaxaca, Ayuntamiento Constitucional de Santa María Teopoxco.
- Barabas, Alicia.** M. 2008: "Cosmovisiones y etnoterritorialidad en las culturas indígenas de Oaxaca". *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, (7), 119-139. <https://doi.org/10.7440/antipoda7.2008.06>
- Bastian Duarte, Ángela Ixkic; Vargas Velázquez, Sergio.** 2015: "Entre la ley la costumbre. Sistemas normativos y gestión comunitaria del agua en Tetela del Volcán, Morelos". *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 1(5), 45-73. <https://doi.org/10.31644/ED.5.2015.a02>
- Broda, Johanna.** 1991: "Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros en Mesoamérica", en Broda, Johanna; Iwaniszewski, Stanislaw; Maupomé, Lucrecia (Eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*. México, UNAM, 461-500.
- Campuzano-Salazar, Amaya Julieta.** 2019: "Sistemas de cargos y manejo de agua potable en los comités de Toluca de Lerdo". *Tecnología y Ciencias del Agua*, 10(1), 52-84. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-01-03>
- Cañez Cota, Antonio.** 2015: "La gestión integrada de recursos hídricos en la política federal del agua: propuesta para la nueva Ley General de Aguas en México". *Gestión y análisis de políticas públicas*, (13), 69-83. <https://doi.org/10.24965/gapp.v0i13.10232>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)** 2016: *Consejos de Cuenca*. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/consejos-de-cuenca>
- Cuamatzi Cortes, Guadalupe.** 1999: "Mexicanos, Pinomej y Kistianomej. La presencia náhuatl en el estado de Oaxaca", en Barabas, Alicia; Bartolomé, Miguel A. (Coord.), *Configuración étnica en Oaxaca. Perspectivas etnográficas para las autonomías. Vol. III*. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto Nacional Indigenista, 9-37.
- Duran Alcántara, Carlos Humberto.** 2009: *La autonomía regional en el marco del desarrollo de los pueblos indios. Estudio de caso: la etnia náhuatl del estado de Oaxaca. Santa María Teopoxco*. México, H. Cámara de Diputados LX Legislatura, UNAM FES Aragón, Miguel Ángel Porrúa.
- Fernández Christlieb, Federico; Urquijo Torres, Pedro.** 2020: "El Altepelt nahua como paisaje: un modelo geográfico para la Nueva España y el México independiente". *Cuadernos Geográficos*, 59(2), 221-240. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10390>
- Fuhse, Jan A.** 2009: "The meaning structure of social networks". *Sociological Theory*, 27(1), 51-73. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9558.2009.00338>
- Galindo Escamilla, Emmanuel; Palerm, Jacinta.** 2016: "Sistemas de agua potable rurales. Instituciones, Organizaciones, Gobierno, Administración y Legitimidad". *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(2), 17-34.
- Galindo Escamilla, Emmanuel; Palerm, Jacinta.** 2012: "Toma de decisiones y situación financiera en pequeños sistemas de agua potable: dos casos de estudio en El Cardonal, Hidalgo, México". *Región y Sociedad*, 24(54), 261-298. <https://doi.org/10.22198/rys.2012.54.a155>
- García-Bravo, Ana Bertha.** 2016: *Santa Martha Chenalhó. Construyendo futuro*, tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (México).
- García-Bravo, Ana Bertha; Ramírez-Juárez, Javier; Caso Barrera, Laura; Pérez-Ramírez, Nicolás.** 2020: *La historia del agua en Teopoxco*. Puebla (México), Colegio de Postgraduados.
- García-Bravo, Ana Bertha; Ramírez-Juárez, Javier; Caso Barrera, Laura; Pérez-Ramírez, Nicolás; Regalado-López, José; Méndez-Espinosa, Arturo.** 2022: "Continuidad y ruptura en las representaciones sociales de la provisión, acceso y manejo del agua para consumo humano". *Cuicuilco Revista de Ciencias Antropológicas*, 29(84), 11-37. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/cuicuilco/article/view/18361>.
- García Dávila, Alejandrina; Vázquez García, Verónica.** 2017: "Derecho humano al agua y desigualdad social en San Jerónimo Tecóatl, Oaxaca". *Cuicuilco Revista de Ciencias Antropológicas*,

- 24 (68), 157-176.
- Gasca Zamora, José.** 2014: "Gobernanza y gestión comunitaria de recursos naturales en la Sierra Norte de Oaxaca". *Región y Sociedad*, 26(60), 89-120. <https://doi.org/10.22198/rys.2014.60.a11>
- Giménez, Gilberto.** 2017: "Paradojas y ambigüedades del multiculturalismo: las culturas no sólo son diferentes, sino también desiguales". *Cultura y Representaciones Sociales*, 11(22), 9-33.
- Gledhill, John.** 1993: *Casi nada: capitalismo, estado y los campesinos de Guaracha*. Zamora, Mich., El Colegio de Michoacán.
- Good, Catharine.** 2005: "Ejes conceptuales entre los nahuas de Guerrero: expresión de un modelo fenomenológico mesoamericano". *Estudios de cultura náhuatl*, (36), 87-133.
- Guzmán Puente, María Alicia de los A.** 2009: *Participación comunitaria y prácticas alternativas hacia el manejo integral de cuencas. El caso de los altos de Morelos*. México, UAEM-Juventud y Familia-Plaza & Valdés.
- Guzmán-Puente, María Alicia de los A.** 2013: "La gestión participativa del agua en México (2002-2012): El caso de San Agustín Amatlipac (Morelos)". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (2), 93-106. <https://doi.org/10.17561/at.v1i2.1348>
- Guerrero-de León, Aída Alejandra; Gerritsen, Peter R. W.; Martínez-Rivera, Luis Manuel; Salcido-Ruíz, Silvia; Meza-Rodríguez, Demetrio; Bustos-Santana, Humberto Rafael.** 2010: "Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México". *Economía, Sociedad y Territorio*, X(33), 541-567. <https://doi.org/10.22136/est002010147>
- Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI).** 2008: *Catálogo de las lenguas indígenas nacionales: variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas*. https://www.inali.gob.mx/pdf/CLIN_completo.pdf
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).** 2020: *Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
- Korsbaek, Leif.** 2009: "Introducción", en Korsbaek, Leif (Ed.), *Introducción crítica al sistema de cargos*. Sin publicar, 9-39.
- Korsbaek, Leif; Ronquillo Arvizu, Martín.** 2018: "Cambios en el sistema de cargos: a la luz de las comunidades otomíes en Acambay". *Diálogo Andino*, (56), 35-52. <https://doi.org/10.4067/s0719-26812018000200035>
- LA VENTANA A.C.; Comisariado de Bienes Comunales de Santa María Teopoxco.** 2017: *DC.3. Ordenamiento Territorial Comunitario*. Santa María Teopoxco, Teotitlán (Oaxaca), LA VENTANA A.C.; CONAFORT.
- LOMEO** 2021: *Ley Orgánica Municipal del Estado de Oaxaca*. Última Reforma el 12 de junio de 2021. [http://docs64.congresooaxaca.gob.mx/documents/legislacion_estatals/Ley_Organica_Municipal_\(Ref_dto_2431_aprob_LXIV_Legis_17_mzo_2021_PO_24_6a_Secc_12_jun_2021\).pdf](http://docs64.congresooaxaca.gob.mx/documents/legislacion_estatals/Ley_Organica_Municipal_(Ref_dto_2431_aprob_LXIV_Legis_17_mzo_2021_PO_24_6a_Secc_12_jun_2021).pdf)
- López Aguilar, Fernando.** 2007: "El Altépetl como agente autónomo. Reflexiones desde la arqueología de la complejidad", en Fournier, Patricia; Wiesheu, Walburga; Charlton, Thomas H. (Coords.), *Arqueología y Complejidad Social*. México, D.F., ENAH, INAH, 25-45.
- Madrigal Calle, Beatriz Elena; Alberti Manzanares, Pilar; Martínez Corona, Beatriz.** 2015: "La Apantla: el agradecimiento para que no falte el agua". *Cuicuilco Revista de Ciencias Antropológicas*, 22(63), 29-61.
- Molm, Linda D.** 2010: "The structure of reciprocity". *Social Psychology Quarterly*, 73(2), 119-31. <https://doi.org/10.1177/0190272510369079>
- Navarrete Linares, Federico.** 2019: *los orígenes de los pueblos indígenas del Valle de México. Los altépetl y sus historias. Estudios de cultura náhuatl*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas.
- Ostrom, Elinor.** 2009: "A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems". *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pacheco-Vega, Raúl.** 2014: "Ostrom y la gobernanza del agua en México". *Revista Mexicana de Sociología*, 76(5), 137-166.
- Parra-Vázquez, Manuel Roberto; Moguel Viveros, Reina.** 1998: "Los Mayas chiapanecos identidades colectivas e integración a la nación", en *El ajuste estructural en el campo mexicano, efectos y respuestas*. Querétaro (México), Qro.
- Pérez Castañeda, Juan C.** 2002: *El nuevo sistema de propiedad agraria en México*. Distrito Federal (México), Palabras en Vuelo.
- Pérez Ruiz, Maya L.** 2005: "La comunidad indígena contemporánea. Límites, fronteras y relaciones interétnicas", en Lisbona, Miguel (Ed.), *La comunidad a debate. Reflexiones sobre el concepto de comunidad en el México contemporáneo*. México, El Colegio de Michoacán, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 87-100.
- Pimentel-Equihua, José Luis; Velázquez-Machuca, Martha A.; Palerm-Viqueira, Jacinta.** 2012: "Capacidades locales y de gestión social para el abasto de agua doméstica en comunidades rurales del Valle de Zamora, Michoacán, México". *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 9(2), 107-121.
- RAN.** 2001: *Ficha del núcleo agrario. Santa María Teopoxco*. Padrón e Historial de Núcleos Agrarios. 2001. <https://phina.ran.gob.mx/consultaPhina.php>
- Rivera-Márquez, Javier; Hernández-Rodríguez, María de Lourdes; Ocampo-Fletes, Ignacio; María-Ramírez, Andrés.** 2017: "Factores condicionantes de la buena gestión del servicio de agua potable en doce comunidades del altiplano mexicano". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 9, 105-116. <https://doi.org/10.17561/at.v0i9.3481>
- Sánchez-Ramos, Gerardo; Dirzo, Rodolfo.** 2014: "El bosque mesófilo de montaña: un ecosistema prioritario amenazado", en Gual-Díaz, Martha; Rendón-Correa, Alejandro (Coords.), *Bosques mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. México, CONABIO, 109-140.

- Sandoval-Moreno, Adriana.** 2020: "Del control institucional del agua a la gobernanza, vía gestión comunitaria del agua". *De Prácticas y Discursos Universidad Nacional Del Nordeste Centro de Estudios Sociales*, 13, 1-27. <http://dx.doi.org/10.30972/dpd.9134307>
- Sandoval-Moreno, Adriana.** 2011: "Entre el manejo comunitario y gubernamental del agua en La Ciénega de Chapala, Michoacán, México". *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 8(3), 367-385.
- Simpson, Brent; Harrell, Ashley; Melamed, David; Heiserman, Nicholas; Negraia, Daniela V.** 2018: "The roots of reciprocity: gratitude and reputation in generalized exchange systems". *American Sociological Review*, 83(1), 88-110. <https://doi.org/10.1177/0003122417747290>
- Thomas, David R.** 2006: "A general inductive approach for analyzing qualitative evaluation data". *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237-246. <https://doi.org/10.1177/1098214005283748>
- Topete Lara, Hilario.** 2014: "Los gobiernos locales, los cargos civiles y los cargos religiosos en las recientes etnografías en el estado de Oaxaca, México". *Diálogo Andino*, 43, 9-16. <https://doi.org/10.4067/s0719-26812014000100002>
- Torregrosa, María Luisa; Dominguez Mora, Ramón; Jiménez Cisneros, Blanca; Hauffer, Edith.** 2012: *Diagnóstico del agua en las Américas*. México, D. F., Interamerican Network of Academies of Science, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.
- Torregrosa, María Luisa; Paré Ouellet, Luisa; Kloster Favini, Karina; Vera Cartas, Jordi.** 2010: "Administración del agua", en Jiménez, Blanca; Torregrosa, María Luisa; Aboites, Luis (Eds.), *El agua en México: cauces y encauces*. México, DF., Academia Mexicana de Ciencias, CONAGUA, 595-624.
- Villoro Toranzo, Luis.** 1992: *El pensamiento moderno. Filosofía del Renacimiento*. México, D. F., El Colegio Nacional, Fondo de Cultura Económica.
- Yin, Robert K.** 2009: *Case study research: design and methods (4th Ed)*. Thousand Oaks, Ca, Sage.

Gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en un contexto altamente privatizado: reflexiones a partir de caso de estudio en La Araucanía, Chile

Community governance of rural drinking water systems in a highly privatized context: reflections from a case study in Araucania Region, Chile

Álex Boso

CIEMAT, Barcelona, España

alex.boso@ciemat.es

 ORCID: 0000-0002-0313-8238

María Fernanda Millán

Universidad de la Frontera, Temuco, Chile

m.millan03@ufromail.cl

 ORCID: 0000-0003-4019-8536

Luz Karime Sánchez Galvis

Laboratorio de Ingeniería Química y Ambiental (LEQUIA),

Universidad de Girona, España

luz.sanchez@udg.edu

 ORCID: 0000-0002-2123-5189

Información del artículo

Recibido: 09/06/2022

Revisado: 09/03/2023

Aceptado: 18/04/2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7207

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

El artículo examina la gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en La Araucanía, en el sur de Chile. Mediante diversas técnicas de investigación social entre las que se incluyen entrevistas semiestructuradas, observación participante y el análisis de redes sociales, se obtuvieron resultados que señalan el capital social y la patrimonialización del recurso como principales mecanismos generadores de cooperación comunitaria que facilita la subsistencia del sistema. En un contexto de alta privatización, el estudio identifica la enajenación de los derechos del agua y algunas características de grupo, como la carencia de habilidades sociotécnicas, como principales factores que obstaculizan la pervivencia del sistema.

PALABRAS CLAVE: Agua Potable Rural, Redes Sociales, Gestión Comunitaria, Capital Social, Gobernanza.

ABSTRACT

This article looks into community governance of rural drinking water systems in Araucania, southern Chile. Through various social research techniques, including semi-structured interviews, participant observation, and social network analysis, we obtained results that point to social capital and the patrimonialisation of the resource as the main mechanisms generating community cooperation that facilitates the subsistence of the system. In a context of high privatization, the study identifies the alienation of water rights and some group characteristics, such as the lack of socio-technical skills, as the main factors that hinder the survival of the system.

KEYWORDS: Rural Drinking Water, Social Networks, Community Management, Social Capital, Governance.

Governança comunitária de sistemas de água potável rural em um contexto altamente privatizado: reflexões a partir de um estudo de caso na região de Araucanía, Chile

RESUMO

O artigo examina a governança comunitária dos sistemas rurais de água potável em Araucanía, no sul do Chile. Por meio de várias técnicas de pesquisa social, incluindo entrevistas semiestruturadas, observação participante e análise de redes sociais, foram obtidos resultados que apontam o capital social e a patrimonialização do recurso como os principais mecanismos geradores de cooperação comunitária que facilitam a subsistência do sistema. Num contexto de elevada privatização, o estudo identifica a alienação do direito à água e algumas características do grupo, como a falta de competências sociotécnicas, como os principais fatores que dificultam a sobrevivência do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Água Potável Rural, Redes Sociais, Gestão Comunitária, Capital Social, Governança.

Gouvernance communautaire des systèmes d'eau potable ruraux dans un contexte fortement privatisé : réflexions à partir d'une étude de cas dans la région de l'Araucanie, Chili

RÉSUMÉ

L'article examine la gouvernance communautaire des systèmes d'eau potable en milieu rural en Araucanie, dans le sud du Chili. Grâce à diverses techniques de recherche sociale, y compris des entretiens semi-structurés, l'observation des participants et l'analyse des réseaux sociaux, des résultats

ont été obtenus qui indiquent que le capital social et la patrimonialisation de la ressource sont les principaux mécanismes qui génèrent une coopération communautaire qui facilite la subsistance du système. Dans un contexte de forte privatisation, l'étude identifie l'aliénation des droits à l'eau et certaines caractéristiques de groupe, telles que le manque de compétences sociotechniques, comme les principaux facteurs qui entravent la survie du système.

MOTS-CLÉ: Eau Potable Rurale, Réseaux Sociaux, Gestion Communautaire, Capital Social, Gouvernance.

Governance comunitaria dei sistemi rurali di acqua potabile in un contesto altamente privatizzato: riflessioni da un caso di studio a La Araucanía, Cile

SOMMARIO

L'articolo esamina la governance comunitaria dei sistemi di acqua potabile rurale in Araucanía, nel sud del Cile. Utilizzando diverse tecniche di ricerca sociale, tra cui interviste semistruzzurate, osservazione partecipante e analisi delle reti sociali, sono stati ottenuti risultati che indicano il capitale sociale e la patrimonializzazione della risorsa come i principali meccanismi generatori di cooperazione comunitaria che facilitano la sopravvivenza del sistema. In un contesto di forte privatizzazione, lo studio identifica la privatizzazione dei diritti dell'acqua e alcune caratteristiche del gruppo, come la mancanza di competenze socio-tecniche, come i principali fattori che ostacolano la sopravvivenza del sistema.

PAROLE CHIAVE: Acqua Potabile Rurale, Social Networks, Gestione Della Comunità, Capitale Sociale, Governance.

Introducción

Se calcula que cerca del 10 por ciento de las enfermedades del mundo serían evitables con un acceso seguro al agua y al saneamiento¹. Desde mediados del siglo XX, la potabilización ha sido uno de los ejes centrales de las políticas de desarrollo de la Organización Mundial de la Salud, y varios países han ratificado compromisos internacionales en materia de saneamiento básico. El objetivo de esta investigación es explorar qué factores contribuyen y qué factores dificultan la pervivencia de los sistemas de gobernanza comunitaria de agua potable rural, a partir de un singular caso de estudio.

El año 1981, en plena dictadura militar, se promulgó en Chile el Código de Aguas (principal cuerpo legal que regula la materia), con el fin de articular las políticas económicas neoliberales del país. Este marco normativo estableció un mercado para los derechos de agua que lo equiparaba a cualquier bien privado. Así, se facilitó la entrega gratuita y a perpetuidad de derechos de agua a particulares, empresas mineras, forestales, agroindustriales e hidroeléctricas y la privatización de las empresas sanitarias a finales de los años 90².

La provisión de agua potable en el área urbana se realiza a través de la figura de concesiones de infraestructura a empresas sanitarias privadas que son fiscalizadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). En las zonas rurales es el Estado quien financia la infraestructura necesaria, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), entidad dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Esta institución también se encarga de gestionar la asesoría, capacitación y seguimiento a las organizaciones comunitarias, quienes son responsables de la autogestión del servicio. Bajo la figura de comités o cooperativas de Agua Potable Rural (APR), los usuarios eligen una directiva y se encargan de la administración, operación y mantenimiento de estos sistemas, que son autónomos y descentralizados. De esta manera, se promueve la gobernanza comunitaria del recurso que, además de implicar a la población, trata de abastecer sectores rurales que suelen carecer del servicio de empresas sanitarias privadas, ya sea por dificultades de acceso o por no representar escalas rentables para su inversión.

El inicio del programa de APR se remonta al año 1964 con la ejecución del Plan Básico de Saneamiento

Rural que apuntaba a minimizar las enfermedades relacionadas con el agua no tratada³. En aquel momento, el 94% de la población rural no contaba con agua potable⁴. Según datos de la DOH, al año 2020 cerca de 1.962 sistemas de APR en el país beneficiaban a aproximadamente 1.843.919 personas. Esto significa un abastecimiento alrededor del 52% de la población de zonas rurales concentradas y semiconcentradas⁵. Pese al aumento significativo en infraestructura de APR, faltaba un marco normativo específico que incluyera regulaciones en cuanto al tratamiento de aguas servidas en el sector rural y que unificara las atribuciones que se encontraban dispersas en diferentes entidades públicas. El año 2020 se aprobó la Ley 20.998 de 2017 que regula los servicios sanitarios rurales (SSR).

Los sistemas de APR pasan a ser SSR, bajo la tutela del MOP, quien entrega una licencia, autorizando la provisión de servicios de potabilización y saneamiento, de acuerdo con el cumplimiento de ciertos estándares técnicos. Se contempla a su vez la fijación y fiscalización de tarifas por parte de la SISS, así como la creación de la Subdirección de SSR, que asume la responsabilidad de brindar asesoría en la gestión de proyectos de inversión, administración y operación de los SSR. Esta tarea anteriormente recaía en una unidad técnica que, en la mayoría de los casos, correspondía a la concesionaria de servicios sanitarios de la región.

El cambio normativo se da en un escenario político complejo donde además del estallido social de 2019, el país vive una escalada de evidentes conflictos socioambientales y problemas de equidad en el acceso al agua, que genera tensiones con las comunidades rurales e indígenas aledañas⁶. En el trasfondo de estos conflictos se encuentra un régimen de gobernanza nacional de corte "mercantilista"⁷, basado en los principios neoliberales de privatización, y comercialización⁸. Este enfoque promueve maximizar los beneficios del recurso, valorado netamente como un bien productivo y económico. Su estructura es rígida, centralizada, con jerarquía

³ Navarro *et al.*, 2007.

⁴ Fuente: "Desarrollo del Programa de Agua Potable Rural en Chile", Departamento de Gestión Comunitaria, Subdirección de Agua Potable Rural, Dirección de Obras Hidráulicas, MOP, diciembre 2014.

⁵ Se considera localidad concentrada: más de 150 habitantes y densidad de más de 15 viviendas por km de red de agua potable. Localidad semiconcentrada: más de 80 habitantes y densidad mayor a 8 viviendas por km de red de agua potable.

⁶ Villarroel, 2012. Nahuelhual *et al.*, 2018. Yáñez y Molina, 2011. Guerrero-Valdebenito, R. *et al.*, 2018.

⁷ Duarte-Vera *et al.*, 2021.

⁸ Guerrero-Valdebenito, R. *et al.*, 2018.

¹ Prüss-Üstün *et al.*, 2008.

² Guerrero-Valdebenito, R. *et al.*, 2018.

descendente (*top-down*) y bajos niveles de participación en la toma de decisiones⁹.

Las organizaciones de APR representan una alternativa a los procesos de monopolización y mercantilización de los servicios de agua potable, ya que suelen regirse mediante principios de solidaridad y autogestión. Además, pueden generar empoderamiento en el territorio y una apropiación colectiva del recurso, que son elementos básicos de una gobernanza comunitaria¹⁰.

Sin embargo, los sistemas de gobernanza comunitaria no están exentos de conflictos y suelen enfrentar grandes retos. La escasez hídrica afecta a la disponibilidad y continuidad del recurso. Así mismo, a menudo se registran incidentes en el manejo de la infraestructura que, exacerbados por el régimen de gobernanza nacional, derivan en un aumento de las desigualdades en el acceso al agua. La magnitud y frecuencia de estos problemas dependen de las características de las organizaciones que los gestionan, el nivel socioeconómico de los socios, los niveles de pobreza rural o las asimetrías de poder, entre otros factores. Adicionalmente, algunos estudios¹¹ consideran que la nueva Ley 20.998 introduce un riesgo a la posible privatización de los APR existentes, ya que contempla como opción que las empresas sanitarias asuman su gestión cuando las organizaciones comunitarias no cumplan con los nuevos requerimientos legales.

Las estrategias utilizadas por los comités y cooperativas de APR para hacer frente a estos desafíos son diversas. Las problemáticas más recurrentes que reportan los estudios previos incluyen¹²: crisis de comunicación con las entidades estatales involucradas; bajo presupuesto, especialmente para mejoramiento y ampliaciones; baja participación en la toma de decisiones; falta de compromiso de los usuarios en las actividades necesarias para el funcionamiento y mantenimiento de la red; poca rotación en cargos directivos debido al desinterés de los más jóvenes en labores voluntarias; déficit financiero; entre otros. Pese a todo, en Chile existen múltiples sistemas de APR con altos niveles de organización y eficiencia¹³. Algunos incluso permanecen operativos en condiciones extremas de escasez hídrica y tensiones sociopolíticas, como es el caso emblemático de la comuna de Petorca, en la región de Valparaíso¹⁴.

Esta heterogeneidad en los resultados del programa da pie a nuestra pregunta de investigación: ¿Qué condiciones favorecen o dificultan la pervivencia de los sistemas de gobernanza comunitaria de APR? Con el fin de responder a esta pregunta se analiza en profundidad el caso paradigmático de un comité de APR de una comunidad en la región de La Araucanía, situada en el sur de Chile. La organización ha sido afectada por problemas financieros, técnicos y de administración, pero continúa en funcionamiento tras veinte años. Esta singularidad hace este caso de estudio particularmente interesante, pues permite analizar los elementos que secundan la resistencia de las organizaciones de APR frente a las tensiones propias que impone el régimen de gobernanza mercantilista a nivel nacional.

Marco teórico y estudios previos

La gobernanza del agua incluye el conjunto e interrelación de los sistemas político, económico, social y administrativo que definen la gestión de los recursos hídricos. Implica la interacción entre diferentes actores públicos y privados, de organizaciones formales y no formales, con sus diversas reglas y tradiciones que definen la forma en que toman decisiones, articulan intereses, comparten responsabilidades y median sus diferencias en torno a la provisión del agua en un territorio determinado. Así, es posible diferenciar entre gobernanza a escala global, nacional o local¹⁵.

La estructura de un sistema de gobernanza puede estar organizada de diversas formas, variando entre regímenes autoritarios a regímenes totalmente democráticos¹⁶. El régimen de gobernanza hace referencia a la estructura estable del sistema, donde el marco legal y las normas institucionales determinan y fortalecen las características preponderantes, a escala nacional, en cuanto a lo político, tecnológico y convenciones sociales¹⁷. Dependiendo de las características que determinan el sistema de gobernanza y el foco de análisis, esta puede adoptar diversas clasificaciones. Para el desarrollo de este estudio nos centraremos en la gobernanza comunitaria, entendida como un sistema a escala local donde las interacciones sociales de una comunidad se rigen bajo principios de solidaridad, cooperación y ayuda mutua con el objetivo colectivo de gestionar,

⁹ Bauer, 2015. Sánchez, 2018.

¹⁰ Fuster *et al.*, 2016. Villarreal, 2012.

¹¹ Duarte-Vera *et al.*, 2021. Blanco y Donoso, 2016.

¹² Blanco y Donoso, 2016.

¹³ Blanco y Donoso, 2016.

¹⁴ Toro y González, 2020.

¹⁵ Hurlbert y Díaz, 2013.

¹⁶ Hurlbert y Díaz, 2013.

¹⁷ Nastar, 2014.

de manera efectiva y sustentable, un bien compartido como el agua¹⁸.

La literatura especializada señala el capital social como uno de los elementos clave en la gobernanza de recursos de uso compartido¹⁹. A pesar de los diferentes enfoques teóricos, autores clave en la definición original del concepto de capital social como Bourdieu (1986), Putnam (1995) o Coleman (1988) coinciden al señalar que el capital social es un recurso del que se benefician las personas en virtud de su pertenencia a redes o estructuras sociales. En nuestro estudio, el análisis del capital social se centra en los recursos integrados en las redes sociales, las estructuras y las relaciones potencialmente disponibles para los participantes que forman parte de la comunidad. Así, en la línea de los trabajos seculares de Elinor Ostrom (2000) u otras investigaciones posteriores (Ostrom y Ahn, 2003, 2009. Poteete *et al.*, 2012), nuestra interpretación del concepto de capital social es relativamente ecléctica. Es decir, los recursos que analizamos en este artículo incluyen aspectos diversos, como la composición y las prácticas de las instituciones locales, tanto formales como informales, así como las normas, valores, actitudes y creencias compartidas que predisponen a las personas a la acción colectiva.

La evidencia muestra que sociedades con niveles altos de capital social logran manejar mejor sus sistemas de agua potable, orientan de forma más adecuada su capacidad institucional y consiguen promover conductas proambientales y saludables²⁰. Así, el éxito de las iniciativas que tratan de involucrar a miembros de una comunidad en el diseño, construcción y manejo de instalaciones para la gestión de agua potable, suele estar asociado al capital social existente²¹.

Para entender el posible efecto del capital social en la gobernanza del agua potable rural, hay que dar cuenta de nociones clave, como la confianza, las normas de reciprocidad, los niveles de cohesión y centralidad de las redes, así como las reglas formales e informales que operan en el marco de análisis de la acción colectiva²². Por ejemplo, se ha observado que cuando los comités nacen específicamente en el contexto de gestión de un proyecto, suelen encontrar dificultades para cooperar entre sí²³. En cambio, comunidades con altos niveles de confianza,

con creencias y expectativas compartidas sobre la acción colectiva, suelen ser capaces de dar respuesta a los problemas que representa el manejo del agua²⁴.

La detección de fallos técnicos o la confianza de la comunidad en la autoridad del comité son elementos que también están vinculados al capital social²⁵. Klug *et al.* (2017) afirman que la falta de interés de la comunidad por rehabilitar la instalación afecta al diagnóstico temprano y certero de problemas técnicos, pudiendo socavar la sostenibilidad del APR. A su vez, la ausencia de un sentimiento comunitario de propiedad del recurso y la falta de capital social son elementos que suelen explicar el desinterés de un determinado comité por la gestión efectiva del sistema de agua²⁶. Por otro lado, tanto el reconocimiento de la autoridad como el liderazgo de los comités suelen depender de las relaciones de reciprocidad previas, pues en parte estas determinan la confianza y la reputación que los dirigentes inspiran en los usuarios²⁷.

Estudios realizados en África y América Latina señalan otras dimensiones relevantes para la gobernanza de los sistemas de APR. Frecuentemente, las organizaciones comunitarias rurales enfrentan dificultades por sus bajas capacidades técnicas²⁸. El involucramiento de instituciones gubernamentales, ONG o universidades en los proyectos puede ser también un factor que facilite la política de innovación, ayudando a las comunidades más pobres a hallar los recursos financieros y técnicos para que los sistemas de agua funcionen adecuadamente²⁹. Sin embargo, la línea que separa una intervención que aporta beneficios de una supervisión con efectos negativos es a menudo difusa. Por ejemplo, Lentini (2010) y Kelly *et al.* (2018) advierten que una fuerte intervención del Estado en asesoramiento técnico puede provocar una dependencia excesiva³⁰. El peligro tecnocrático suele observarse en los casos en los que se emplean metodologías verticales para la ejecución de proyectos, sin considerar las experiencias y conocimientos de la comunidad. El resultado suele ser un deterioro del sentido de propiedad que la comunidad tiene sobre el recurso. Igualmente, la instrumentalización de líderes locales suele destacarse como una fuente de conflictos en torno a la gestión del agua potable rural³¹.

¹⁸ Fuster *et al.*, 2016. Villarroel, 2012.

¹⁹ Isham *et al.*, 2003. Ostrom, 2014. Whittington *et al.*, 2009. Lund, 2015. Kelly *et al.*, 2018. Bisung y Elliot, 2014.

²⁰ Bisung y Elliot, 2014. Prell, 2006.

²¹ Lozares, 1996.

²² Ostrom, 2000. Isham *et al.*, 2003.

²³ Isham *et al.*, 2003.

²⁴ Whittington *et al.*, 2009. Fonseca *et al.*, 2015.

²⁵ Kelly *et al.*, 2018.

²⁶ Marks *et al.*, 2014.

²⁷ Abers *et al.*, 2013. Kelly, 2018.

²⁸ Lentini, 2010.

²⁹ Whittington *et al.*, 2009. Moriarty y Schouten, 2003.

³⁰ Lentini, 2010. Kelly *et al.*, 2018.

³¹ Nicolás-Artero, 2016.

Finalmente, la interculturalidad suele ser una dimensión relevante para el funcionamiento de los comités. A pesar de que las comunidades indígenas suelen tener una cosmovisión del agua que favorece la promoción y sustentabilidad de un sistema de APR, su gestión puede verse complicada por no compartir el idioma o por el analfabetismo³², dificultándose la comunicación y la transmisión de conocimientos técnicos.

Contexto socioterritorial y área de estudio

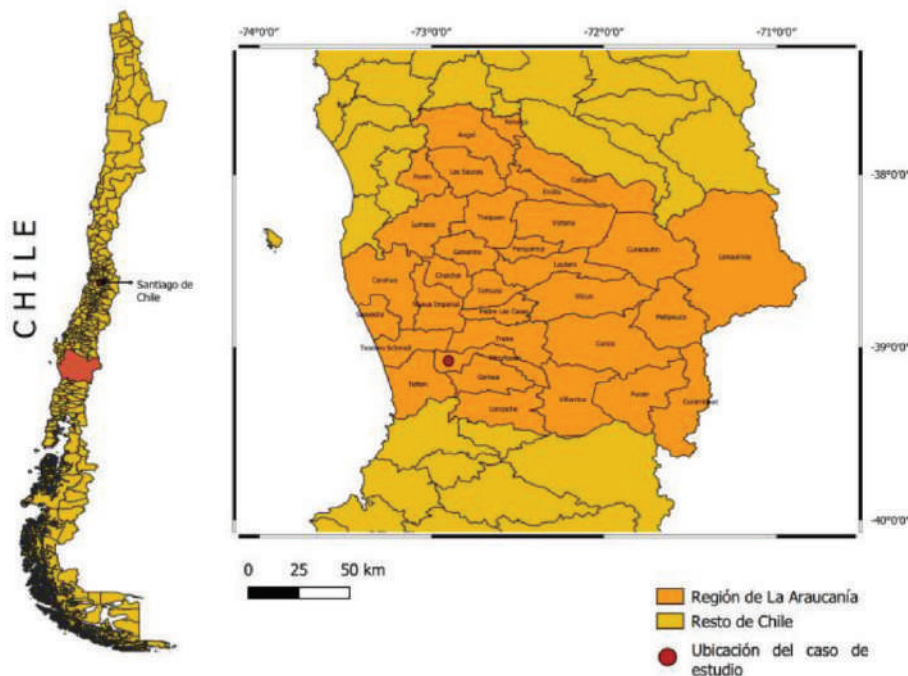
El comité de APR estudiado se ubica en la comuna de Pitrufquén, región de La Araucanía, provincia de Cautín (Mapa 1). Este territorio es una de las zonas más pobres del país, con un déficit hídrico en aumento debido al cambio climático y a la alta cantidad de monocultivos forestales y agrícolas, que requieren un gran consumo de agua. En la actualidad, el 4,3 por ciento de las viviendas a nivel regional se abastece de agua mediante camiones aljibes, lo que se traduce en 13.406 viviendas críticamente afectadas por la escasez hídrica³³. Los sis-

temas de APR han tratado de subsanar, en parte, esta problemática. En la cuenta pública 2016, el Gobierno regional reconoce que la distribución de agua en camiones aljibes se incrementa cada temporada, con un costo anual aproximado de \$10.3 Millones USD.

La región de La Araucanía tiene una superficie 31.842 km². Aproximadamente el 29,1 por ciento de su población habita en áreas rurales³⁶, zonas que ostentan las mayores tasas de pobreza por ingresos del país³⁷ (un 13,8 por ciento frente al 10,4 de las zonas urbanas). La Araucanía es la región con mayor porcentaje de personas viviendo en situación de pobreza por ingresos, con un 17,1%, superando ampliamente la media nacional (10,8%)³⁸.

Una característica comúnmente asociada a la pobreza en Chile es la diversidad étnica. Las personas de origen indígena suelen enfrentar en mayor proporción situaciones de pobreza por bajos ingresos (18,3% frente a 11%) y analfabetismo (4,7% frente a 3%) entre otros problemas sociales³⁹. La Araucanía alberga el segundo mayor porcentaje de personas por región de origen indígena en Chile, con un 34,3%, según datos del último CENSO realizado en el año 2017.

Mapa 1. Ubicación del caso de estudio³⁴



Fuente: elaboración propia a partir de datos del GeoPortal³⁵ Chile y usando QGIS.

³² Carrasco-Mantilla, 2011. Lentini, 2010.

³³ CENSO 2017, Instituto Nacional de Estadística (INE), Chile.

³⁴ Nota: el mapa confiere la situación aproximada del caso de estudio. Por razones éticas y con el fin de salvaguardar el anonimato y confidencialidad de los participantes, no se aportan la localización exacta, ni el nombre del comité estudiado.

³⁵ www.geoportal.cl

³⁶ INE, 2017.

³⁷ Observatorio Social, 2015a.

³⁸ Encuesta CASEN 2020, Ministerio de Desarrollo Social y Familia. <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-en-pandemia-2020>

³⁹ Observatorio Social, 2015b.

Materiales y metodología

Descripción y justificación del caso de estudio

La única captación de agua que posee el sistema es de carácter superficial y se realiza en un estero⁴⁰, desde donde luego es conducida de forma gravitacional a la planta de tratamiento para ser desinfectada. El agua potable se almacena mediante bombeo en un depósito elevado (Figura 1) y se conecta a la matriz de redes, que la distribuye a los arranques domiciliarios. A pesar de estar rodeada de un bosque de especies exóticas que reduce la disponibilidad de agua, los niveles del estero en el punto de captación del APR no han sufrido alteraciones significativas hasta el momento. Durante los años que lleva en servicio, el comité ha sido administrado por personas que no superan los 50 años en edad. Dos de sus presidentes han tenido experiencia como dirigentes en otras entidades. Sin embargo, no han desempeñado cargos en comunidades indígenas, pese a tener ascendencia mapuche. Esta situación difiere a la del resto de la región. Es común que las comunidades indígenas, previamente organizadas, sean quienes asuman la dirección de los comités de APR.

El comité está compuesto por personas de diversos estratos socioeconómicos, que se desempeñan en distintas áreas, entre ellas la ganadería y producción de lácteos, la construcción, comercio de hortalizas, servicios en la ciudad o economía cooperativa. Otra particularidad del comité es su pluriculturalidad. En la localidad conviven población indígena, comunidades

rurales autóctonas y descendientes de colonos europeos, quienes llegaron en el denominado proceso de “Pacificación de La Araucanía”.

La selección del caso de estudio obedece fundamentalmente a dos razones. En primer lugar, el comité seleccionado es uno de los más antiguos de la región, con más de dos décadas de actividad. Los líderes entrevistados tienen un amplio conocimiento sobre el funcionamiento y gestión del sistema de APR, en aspectos administrativos y prácticos. Un segundo criterio de selección es la subsistencia del comité a pesar de contar con un número reducido de miembros del grupo. El sistema cuenta con aproximadamente 18 arranques domiciliarios activos, lo que beneficia a unas 72 personas. Según datos que maneja la DOH, este es un factor que diferencia a este caso de otros comités de comunidades más grandes. Ambos criterios, junto a la especificidad del sistema de gobernanza de agua chileno y el contexto territorial descrito en el que se encuentra el comité, lo convierten en un caso de estudio paradigmático y con un alto interés de análisis⁴¹.

Técnicas de recolección de información

La técnica principal de recogida de información de este estudio fueron las entrevistas semiestructuradas a miembros de la comunidad. Se entrevistó cara a cara a una persona por familia beneficiada, lo que dio un total de 16 personas entrevistadas. Debido a las malas condiciones climáticas y dificultades de acceso, dos familias de las 18 potencialmente entrevistables quedaron excluidas de la muestra final.

El guion de las entrevistas contenía preguntas sobre el funcionamiento del sistema de APR, las dinámicas de participación y los principales obstáculos o retos percibidos. El protocolo de aplicación de las entrevistas tenía un orden y contenido básico, pero las entrevistas se realizaron de una forma flexible, tratando de configurar un espacio de confianza para una conversación fluida entre entrevistado y entrevistador. Con una duración entre 25 y 90 minutos, todas las entrevistas se realizaron en el lugar de residencia de los participantes, lo que permitió complementar datos narrativos con observación directa. La edad de las personas entrevistadas varió entre 27 y 79 años, siendo la mayoría hombres (nueve de dieciséis). Cuatro de las personas entrevistadas estaban retiradas del trabajo, ya sea por edad o

Figura 1. Instalación de APR, región de La Araucanía, Chile.



Fuente: captura propia en visita a terreno, 18 de julio de 2019.

⁴⁰ En otros países, un estero se conoce como arroyo o quebrada.

⁴¹ Hancock y Algozzine, 2016.

porque su salud limitaba sus actividades laborales. La mayoría había vivido toda su vida en el área de estudio. En todo momento se garantizó el carácter voluntario de la participación en el estudio, el anonimato de las personas participantes y la confidencialidad de la información reportada, que solo fue utilizada con fines investigativos. Todas las entrevistas se grabaron en audio y se transcribieron íntegramente.

Al finalizar las entrevistas, se aplicó un cuestionario de redes sociales, que permitió descubrir con qué dirigente, socio o beneficiario se relacionaba cada persona para obtener información o solucionar problemas relacionados con el APR. De esta forma, se lograron valiosos datos sobre las características y propiedades de la estructura relacional de la comunidad. El equipo de investigación tuvo acceso a una gran variedad de documentación secundaria (informes de asesorías y asistencia de la Unidad Técnica de Aguas Araucanía para la DOH, libro de registro de socios, actas de reuniones, entre otros) que fue analizada de manera minuciosa. En el mismo sentido, se pudieron realizar diversas entrevistas exploratorias a dirigentes, asesores comunitarios de la Unidad Técnica a cargo de la empresa Sanitaria Regional (UT), inspectores fiscales (DOH) y también a los dirigentes del comité APR vecino. Finalmente, surgió la oportunidad de realizar dos observaciones participantes en el contexto de asistencias técnicas de emergencia en terreno de la DOH, por fallas de filtración del agua. Se aplicó una pauta de observación en la que se describieron aspectos como el escenario físico, las características de los participantes, su dinámica de participación (secuencia de los sucesos y relatos, interacciones entre los participantes y temáticas de las intervenciones), además de otros aspectos relevantes como el tipo de lenguaje, grado de atención y diversos elementos de comunicación no verbal. El tiempo de estas observaciones fue de 1 hora 47 minutos y 2 horas 35 minutos respectivamente.

Análisis

El análisis de resultados y su orden de presentación se inspiró en el *Marco de Análisis y Desarrollo Institucional (MADI)* propuesto por Elinor Ostrom (2000, 2014), al ser considerado una herramienta robusta para el estudio de la gobernanza de recursos de uso compartido. Así, se examinaron diversas dimensiones que según la literatura influyen en la conformación, interacción y funcionamiento de entornos institucionales (formales e informales).

Todos estos elementos permitieron estudiar en profundidad la historia del comité, su trayectoria organizacional, los conflictos que se han producido y cómo la configuración actual de la organización proyecta su trabajo en el futuro. Las transcripciones de todas las entrevistas fueron codificadas para realizar un análisis de contenido mediante el *software* AtlasTi. Además, se elaboró una matriz relacional procesada en el *software* Ucinet 6, con medidas de densidad, centralidad de grado y cliques de las redes. Para su representación sociográfica se utilizó el NetDraw 2.1.

Resultados

Características del recurso

Si bien las redes de tubería para transportar el agua determinan la influencia física de la organización, estas alcanzan viviendas que ya no son parte del comité. Los entrevistados no conocen certeramente los límites geográficos, ni a todos los usuarios del sistema. Dado que la mayoría de los miembros del comité son también parte de la Junta de Vecinos, se suelen confundir las diferentes instancias de participación. Es habitual que en las reuniones de Junta de Vecinos se traten temas del comité de APR y viceversa.

La mayoría de los participantes (14 de 16 entrevistados) utiliza el agua exclusivamente para consumo humano y prácticas domiciliarias (cocinar, lavar, llenar el estanque del inodoro). Solo dos familias declararon consumirla además para el riego de sus pequeños huertos e invernaderos al no disponer de acceso a otras fuentes de agua para fines agrícolas, como el resto de los vecinos. La existencia de fuentes alternativas para riego (vertientes, pozos y esteros) permite que el sistema de APR no sea sobreexplotado para otros fines, como sucede en otros lugares de la región. Esto ha favorecido la sostenibilidad del sistema, ya que se mantiene la disponibilidad del recurso para consumo humano.

Los resultados muestran que en las facturas mensuales no siempre se cobra la totalidad, aunque los arranques domiciliarios permiten contabilizar el volumen de agua consumido por los usuarios (m^3). En la mayoría de los casos, la directiva opta por reclamar el cargo fijo más una pequeña cuota por consumo (entre 5 y 15 USD) en una cuenta mensual. Con el paso del tiempo, la inexistencia de una tarifa establecida ha generado inestabilidad en las finanzas de la organización, ya que los montos recaudados resultan

insuficientes para cubrir los gastos de mantenimiento y operación del sistema.

En la actualidad, el comité analizado no cuenta con los derechos de aprovechamiento de agua, ni es propietario de los terrenos donde se emplazan la planta de tratamiento (caseta) y el depósito de agua elevado. Durante los años en que se inició la ejecución del sistema, el Estado no contemplaba la regularización jurídica patrimonial. Por ese motivo, muchos comités de la región presentan dificultades de acceso a los derechos de agua. A pesar de que los miembros de los comités sean residentes y usuarios hace muchos años los derechos de agua de predios colindantes están mayoritariamente concentrados en manos de empresas forestales y eléctricas, quienes muestran poco interés en venderlos o asignan precios fuera del alcance de las comunidades locales. Esta situación afecta a las posibilidades de ampliación del sistema. Por otro lado, la planta de tratamiento se encuentra en la sede de una Sociedad Eléctrica del sector, gracias a la gestión realizada por parte de uno de los socios del comité que trabaja para dicha empresa. El depósito elevado está en terreno de uno de los socios más antiguos, quien tiene plena disponibilidad para cederlo cuando lo requiera la directiva.

La mayoría de los participantes manifiesta que confía en los propietarios de los dos terrenos. Se sienten tranquilos con la situación jurídica patrimonial y no ejercen presión a la directiva para regularizarla. Algunos entrevistados declaran interés por normalizar la situación, aunque no tienen suficiente información para realizar las gestiones necesarias, ya que los derechos de agua pertenecen a la Sociedad Eléctrica. La mayoría de los participantes se declara conforme con la continuidad del servicio:

“...cortes de agua?... muy poquito, de repente un corte de agua... El tema es que de repente como se capta el agua, todo el asunto allá, ahí hay un problemita, porque vienen la avenida en invierno y se tapan el tranque. Pero es bastante bueno el servicio de un 100% yo creo que un 95%”⁴².

En cuanto al tratamiento del agua, cabe señalar que la comunidad valora de forma desigual la desinfección del recurso. Algunos participantes consideran que el agua viene limpia en origen. Por eso, la presencia de cloro les genera incomodidad en el consumo:

“el servicio es bueno, lo único que a veces viene con mucho cloro, y ensucia los hervidores. Y yo pienso... una tontera el cloro si el agua acá es tan limpiecita”⁴³.

Otros entrevistados consideran que los niveles de turbiedad deberían mejorar en los meses de invierno, ya que, al obstruirse los filtros, el agua sale sucia o se interrumpe su flujo, afectando a actividades cotidianas como el lavado de ropa.

Características del grupo

Todos los participantes declararon confiar en los demás miembros del comité, puesto que la mayoría se conoce desde hace muchos años. El grueso de la comunidad se muestra arraigado a la localidad, que destaca por una presencia notable de adultos mayores. Los usuarios relatan cómo de forma cotidiana se encuentran con sus vecinos en reuniones comunitarias, en la iglesia, o en el transporte público, el cual es subsidiado por el Estado para su sector:

“Cuando viajamos en el ‘transantiago’ nos vemos, porque tiene un puesto de verduras en Pitrufrquén, ahí en la micro nos vemos todos y hablamos siempre, (...) con ese nos vemos todas las semanas, todos los domingos nos vemos en la iglesia”⁴⁴.

A pesar de vivir en un sector rural, los participantes no se sienten alejados entre sí, lo que les permite enterarse rápidamente de las reuniones programadas por el comité. En general, la organización es estable, con poca rotación de socios por el lento crecimiento poblacional y las migraciones hacia la ciudad.

Por otra parte, los tiempos de espera, para obtener fondos públicos y concretar la construcción de las obras, suponen un gran esfuerzo para las personas que lideran estos procesos. En numerosas ocasiones, emerge un fuerte sentido de pertenencia por parte de los dirigentes y socios fundadores, que aumenta la valoración positiva y crea un sentimiento de apropiación sobre las instalaciones y el agua. Este proceso, que trasciende el ámbito legal, suele definirse como patrimonialización del recurso⁴⁵. A diferencia de lo que ocurre en otros comités de la región, los participantes no tienen una

⁴² Socio, 55 años. Entrevista del 18 de julio de 2019.

⁴³ Socia, 61 años. Entrevista del 25 de julio de 2019.

⁴⁴ Socia, 79 años. Entrevista del 30 de julio de 2019.

⁴⁵ Nicolás-Artero, 2016.

mirada empresarial del sistema. Más bien, se observa un sentimiento colectivo de profunda patrimonialización del recurso y de la infraestructura. Además, los socios destacan la labor de los miembros de la directiva.

“Nunca se le pagó un peso por mantener el agua potable y todavía había disconformidad con el asunto. Una vuelta, en la reunión les dijimos: ‘si no estamos pagando nada, no podemos pedir nada’. Él lo está haciendo porque tiene el tiempo y se está esforzando, gastando bencina moviendo el vehículo para cobrar el agua y eso lo hizo por mucho tiempo”⁴⁶.

Sin embargo, no todas las personas participan de forma activa. Por eso, la directiva optó por reducir la periodicidad de las reuniones y tratar de generar sentimiento de comunidad mediante instancias de participaciones recreativas:

“La idea es que a fin de año nos podamos reunir y ver en lo que hemos avanzado y en lo que queda por trabajar. Pero hacerlo con un buen asado, con toda la comunidad, para poder mirarnos a los ojos y compartir con los vecinos”⁴⁷.

El comité nunca ha contratado a un operador para el mantenimiento del servicio, pues lo realizan los miembros de la directiva de forma gratuita. Algunos usuarios colaboran de manera voluntaria en tareas como el lavado del depósito de agua, aunque no todos participan para mejorar las condiciones del comité. El líder de la antigua directiva facilitó las negociaciones con la Sociedad Eléctrica para que el comité no pagara por su consumo eléctrico. No obstante, el exdirectivo declaró que no sintió apoyo del comité para adquirir los derechos de agua. Por eso, renunció al cargo. A pesar de esto, manifiesta que sigue colaborando ya que tiene conocimientos ingenieriles que ayudan a entender las fallas técnicas. También mantiene contacto con la UT. Eso ha permitido desarrollar relaciones estables entre personas de la comunidad y agencias no gubernamentales para acceder a recursos y apoyo técnico en situaciones críticas.

“El electromecánico que está asignado para acá es amigo mío, y yo lo llamo a él al teléfono personal o al de emergencia. Es una gestión que hago yo por las

mías, acá lo conocen pero no tienen una relación tan cercana (...) este chico ha tenido muy buena voluntad”⁴⁸.

Sin embargo, la directiva actual considera que la asistencia de la UT es reducida y que insiste en el reajuste de tarifas. Esto afectaría a las familias en situación de vulnerabilidad, por lo que la directiva defiende que solo se cobre el cargo fijo. Finalmente, mencionan que representantes del Gobierno y la UT les propusieron unirse al APR vecino, con motivo de sus obras de ampliación. La asamblea opina de manera general que esto supondría una pérdida de identidad local además del aumento drástico de los costos por las nuevas conexiones y la energía eléctrica, que no está subvencionada en el otro sistema.

Estructura y propiedades de la red social

Para entender y profundizar en las relaciones de confianza y cooperación se analizaron las propiedades estructurales de la red social (ver Tabla 1). Los resultados muestran que la red cuenta con una densidad del 0,6. Esta medida ilustra una alta cohesión global pues el indicador hace referencia a la proporción entre los vínculos posibles y los existentes. Las 16 personas de la red poseen 9 vínculos en promedio, dando cuenta de una fuerte cohesión.

Tabla 1. Descriptivos de propiedades de la red social

		Medidas
Propiedades estructurales	Número de Nodos	16
	Densidad	60% Cohesión social
	Grado mínimo de centralidad de salida	5 Grado de salida normalizado: 33.3%
	Grado máximo de centralidad de salida	13 Grado de salida normalizado: 86.6%
	Número de Cliques	21
	Índice de centralidad	28.4%
Propiedades Relacionales	Antigüedad del vínculo mayor a 15 años	100%
	Sentimiento de confianza con quienes se relaciona	100%
	Relaciones de Parentesco	62%

Fuente: elaboración propia.

⁴⁶ Socio, 55 años. Entrevista del 18 de julio de 2019.

⁴⁷ Dirigente, 58 años. Entrevista del 30 de julio de 2019.

⁴⁸ Exdirigente, 38 años. Entrevista del 14 de agosto de 2019.

La persona con menos relaciones es adulta mayor y declara que no sale mucho de casa. El mayor número de vínculos lo posee la persona que realiza el cobro mensual del servicio, quien participa activamente de la Junta de Vecinos y tiene relaciones de parentesco con otros miembros de la red.

Mediante el análisis de redes se hallaron 21 cliques, solapados en su totalidad, que denotan una alta vinculación local en la red, pues todas las personas forman parte de más de un subgrupo a la vez, lo cual se produce en parte por la gran cantidad de relaciones de parentesco.

El índice de centralidad es medianamente bajo (28,4%), no existen actores que ejerzan un papel fuertemente central, aspecto que indica buena conectividad. En la Figura 2 se observa la totalidad de los nodos de acuerdo con su papel en la red, así como la fluctuación de tamaño según la cantidad de relaciones que tiene (a mayor cantidad de relaciones, mayor es el tamaño del nodo). Los nodos cuentan con una notable cantidad de relaciones, que no siempre son recíprocas. Sin embargo, en todas las relaciones existe confianza. La red del comité cuenta con un alto nivel de capital social interno. Todos los socios generan múltiples conexiones entre los miembros de la organización, siendo altamente cooperativos en instancias de emergencias y necesidad. Esta observación es coherente con los relatos de las entrevistas:

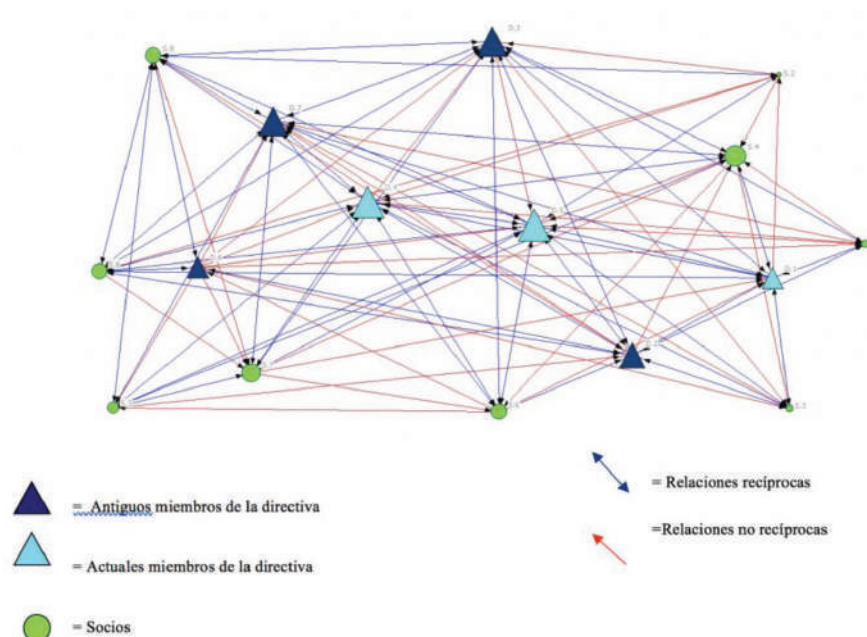
“la bomba ayer se tapó. (...) no, estamos sin agua potable, pero tenemos... es que lo que pasa es que aquí, nosotros... tenemos derechos de agua, en estos campos, la familia, tiene un riego que es gravitacional y hay derechos de agua. Esa red se abre como de emergencia y abastece toda [nombre de la comunidad anonimizado] pero no es agua potable, se clora claro, pero no es. Hubo un tiempo que estuvimos meses con esa agua, es tratada y todo pero... por la distancia yo creo que no a todas partes llega el agua con cloro”⁴⁹.

Dado que los socios disponen de redes fuera de la organización, ya sea con el comité vecino, la Sociedad Eléctrica o con técnicos de la sanitaria, estos recursos relacionales externos suelen ponerse a disposición del comité.

Características sociotécnicas

Con alguna excepción, las habilidades técnicas de la mayoría de las juntas directivas que han estado a cargo de la instalación son limitadas: no manejan los nombres técnicos de las piezas que conforman el sistema, ni aquellas que han debido reponer por fallas técnicas y no tienen claridad sobre los plazos de mantenimiento. Frecuentemente, se producen pequeños accidentes. Por ejemplo, una persona sufrió intoxicación por mo-

Figura 2. Red de relaciones del comité



Fuente: elaboración propia.

⁴⁹ Dirigente 58 años. Entrevista del 14 de agosto de 2019.

nóxido de carbono al intentar vaciar el depósito con una bomba en un lugar cerrado, sin tomar los resguardos de ventilación necesarios. Con los años, el sistema ha incrementado las fallas técnicas, especialmente en los filtros, lo que genera turbiedad y cortes en el suministro de agua. En las entrevistas con encargados de la UT se comenta que el comité ha recibido asesorías, pero no siempre se entienden todos los conceptos. Tanto es así que una de las bombas del sistema dejó de funcionar hace al menos un año. Según la directiva, el fallo de la bomba es imposible de restaurar. En la actualidad están operando con una sola bomba. La directiva tiene planificado el reemplazo del equipo estropeado, cuando los ahorros del comité lo permitan.

Discusión

Los resultados de esta investigación muestran un comité que hace uso adecuado del agua potable, en términos cuantitativos, sin necesidad de establecer sanciones monetarias a los usuarios por consumo excesivo. Cuando, en casos excepcionales, se producen excesos, el operador realiza un llamado de atención, ya que el comité no tiene normas consensuadas que limiten al usuario. Nuestro estudio documenta la factibilidad de la pervivencia de la gobernanza comunitaria de un sistema de agua potable rural, incluso en un contexto socioecológico complejo, caracterizado por altos niveles de pobreza, diversidad cultural y un régimen de gobernanza nacional del agua rígido⁵⁰.

Los hallazgos de esta investigación son consistentes con investigaciones previas que señalan que algunos factores como el involucramiento temprano de los comités en las fases del diseño y gestión de las infraestructuras⁵¹, la patrimonialización de la instalación⁵² o el capital social⁵³ facilitan la gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable.

La organización estudiada se caracteriza por constituir una red social altamente cohesionada, sin predominancia de ciertos actores. Tal y como plantean Poteete *et al.* (2012), la relativa diversidad de habilidades y conocimientos del grupo puede ser uno de los factores que haya potenciado un trabajo comunitario coordinado. La cohesión y la estabilidad de grupo han sido clave

para generar una interacción social fundada en redes continuas y densas, que ha permitido a los usuarios generar expectativas del comportamiento de sus pares. En un estudio reciente, Kelly *et al.* (2018) mostraron que la sostenibilidad de los sistemas de agua potable rural en Kenia depende tanto de aspectos técnicos como de las capacidades de gestión de los comités, que a su vez están fuertemente asociadas al capital social de la comunidad. En el mismo sentido, el compromiso por las normas compartidas, la confianza de los usuarios en los miembros del comité de APR también son circunstancias fundamentales en el contexto chileno.

A pesar de la asociación entre la cohesión social del comité y la continuidad del sistema de APR, los resultados de nuestra investigación enseñan que la red social no es un mecanismo que conduzca de manera inevitable a un manejo totalmente eficiente del sistema. Por un lado, se observa que la organización ha establecido normas de comportamiento que no son del todo beneficiosas para la gestión efectiva del recurso. Si bien los usuarios están en permanente contacto, no utilizan las redes sociales como una forma de bajo costo para compartir información. Las tareas de administración son delegadas exclusivamente a los dirigentes que consideran más capacitados, ya sea por su edad, ya sea por su nivel de conocimiento técnico o administrativo. Por otro lado, también se observa que la red social, por sí misma, no puede subsanar todos los problemas técnicos que se presentan. En algunas ocasiones, frente a fallas técnicas, la directiva enfrenta el dilema de suspender el suministro o conectarse a otras fuentes de agua no autorizadas. Cuando han elegido la segunda opción, no se ha prestado atención a la correcta potabilización, siendo susceptibles de recibir multas sanitarias y padecer potenciales problemas de salud.

Las limitadas capacidades técnicas del grupo y la falta de acceso a un equipo de mantenimiento profesional también funcionan como limitantes. Los dirigentes no cuentan con las habilidades para manejar correctamente el sistema o aprovechar todo el conocimiento que entregan los asesores de las instituciones gubernamentales. Tampoco cuentan con recursos financieros para externalizar ese servicio. Los resultados sugieren que, a pesar de la importancia de lograr la participación de las comunidades en la gestión del sistema de agua potable, los comités necesitan el apoyo de servicios técnicos de mantenimiento y seguimiento postinstalación de la infraestructura. De nuevo, este hallazgo es consistente con estudios previos que han señalado el papel crítico que juega el mantenimiento a lo largo del tiempo de

⁵⁰ Sánchez *et al.*, 2018. Yáñez y Molina, 2011.

⁵¹ Isham *et al.*, 2003.

⁵² Marks *et al.*, 2014.

⁵³ Bisung y Elliott, 2014.

apoyo institucional para lograr la sostenibilidad de los sistemas de agua potable rural⁵⁴.

Algunos estudios muestran que la propiedad comunitaria de la infraestructura beneficia al funcionamiento de los sistemas de APR, logrando que los comités presten más atención al diagnóstico de problemas y a la rehabilitación de la infraestructura⁵⁵. Nuestra investigación apunta a que existen otros mecanismos que hacen relevante la propiedad comunitaria del recurso. Se observa que la patrimonialización de la infraestructura ha intensificado la identidad local y la implicación en la gestión correcta del sistema de agua potable. Los miembros de la comunidad aportan sus propios bienes o sus vínculos relacionales externos para su funcionamiento. Así, las tarifas del agua se han mantenido en el precio mínimo establecido, beneficiando directamente a las familias con menos capacidad financiera. El fuerte sentimiento de apropiación comunitaria en torno al agua y al sistema de APR influye en la valoración positiva que hacen los miembros del comité sobre el servicio, pese a las dificultades que enfrentan. Por eso, en general, manifiestan conformidad con la cantidad, calidad y continuidad del agua que reciben. Estos criterios de evaluación del servicio se contraponen a las exigencias técnicas que plantean los asesores de la UT y se identifican como criterios propios de la gobernanza jerárquica que la Ley 20.998 de SSR ha entrado a fortalecer.

Las dificultades financieras aparecen frecuentemente en la literatura como una de las limitantes en la gobernanza comunitaria de APR. Diversos autores sugieren que se necesita la supervisión e intervención de su economía⁵⁶. Se han registrado proyectos de APR en los que la falta de mecanismos de control ha derivado en tarifas insuficientes para la viabilidad económica de los sistemas⁵⁷. En el año 2016, solo un 29% de los APR de Chile declaró poder cubrir todos los costos de administración, mantenimiento y reposición de equipos⁵⁸, debido a las altas tasas de morosidad y a la fijación de tarifas por debajo de los costos de operación y mantenimiento. Una mayor intervención parecería necesaria, sin embargo, esta puede traducirse en un coste económico extra para los usuarios. En este sentido, cabe destacar que la aplicación de la Ley 20.998 incorpora en la tarifa un cargo nuevo destinado a un fondo para reparaciones y reposiciones, además de un seguimiento

más exhaustivo de los estándares de operación, mantenimiento y suministro. Por consiguiente, su implementación requiere mayores costos y supone una presión por aumentar las tarifas que recaudan los comités, pues los nuevos requerimientos no pueden ser cubiertos con las tasas pactadas inicialmente. Estas acciones podrían suponer un deterioro de los principios de solidaridad y reciprocidad de las comunidades locales.

El comité no dispone de los derechos de agua, ni es propietario de los terrenos donde se ubica la infraestructura. A esta circunstancia, común en la región, se suma que el número de usuarios es reducido y que la ubicación geográfica de la instalación es relativamente compleja. Por eso, el Estado presiona para que se fusione con el comité vecino. Tal y como predice Lockwood (2002), la propuesta de adhesión genera conflictividad en los territorios por su estigmatización como comité fracasado, pero también por la sensación de pérdida de control en la gestión del sistema y por la posibilidad de un incremento en la tarifa en hogares de escasos recursos.

Finalmente, nuestro estudio ilustra cómo la autogestión del recurso puede verse dificultada por los procesos de privatización de los derechos de agua. El marco normativo que determina el sistema de gobernanza de agua chileno genera incertidumbre sobre la sostenibilidad del sistema. A medio plazo, la continuidad del recurso y el abastecimiento de agua potable de la comunidad podría estar en peligro por la intervención de empresas hidroeléctricas y los monocultivos forestales vecinos. El Código de Aguas regula los derechos de aprovechamiento, y durante más de 30 años no consideraba previsiones que permitieran la protección del recurso desde una perspectiva ambiental o la introducción de criterios equitativos de justicia distributiva⁵⁹. En el régimen de gobernanza del agua chileno, los derechos de agua (consuntivos o no) son transferibles como cualquier bien de mercado, debido a que son entregados a particulares, gratuitamente, a perpetuidad y sin justificación de uso⁶⁰. Esto ha generado una presión en los sistemas socioecológicos, fomentando un uso extractivista de recursos que cada vez son más escasos. Así, no solo se desatiende la conservación, sino que, como muestran los resultados de este estudio, se puede comprometer su disponibilidad para futuras generaciones⁶¹.

⁵⁴ Moriarty y Schouten, 2003. Whittington *et al.*, 2009. Marks *et al.*, 2014.

⁵⁵ Marks *et al.*, 2014. Klug *et al.*, 2017.

⁵⁶ Lentini, 2010.

⁵⁷ Lentini, 2010. Kelly *et al.*, 2018.

⁵⁸ Blanco y Donoso, 2016.

⁵⁹ Bravo-Sánchez, J. *et al.* 2019. Lockwood, 2002. Hurlbert y Díaz, 2013. Yáñez y Molina, 2011.

⁶⁰ Retamal *et al.*, 2013.

⁶¹ Sánchez *et al.*, 2018.

El 6 de abril de 2022 (momento en el que estamos terminando de escribir el manuscrito) fue publicada la nueva Ley 21.435⁶² que reforma el Código de Aguas de 1981, después de más de 11 años de tramitación legislativa. Los cambios orientan el Código de Aguas hacia: el reconocimiento del acceso al agua y al saneamiento como derecho humano esencial e irrenunciable; la priorización de uso para consumo humano; el establecimiento de caducidad para los nuevos derechos de agua que se otorguen en función de la disponibilidad y sostenibilidad de la fuente; y la extinción de los derechos por no uso. A pesar de que es difícil especular sobre el posible impacto de la reforma, genera expectativas de avance hacia un escenario de mayor justicia hídrica para las comunidades rurales de la región.

Conclusiones

Este estudio ilustra cómo un comité de APR ha logrado mantener un sistema de gobernanza comunitaria gracias a un alto nivel de capital social interno, trabajo comunitario coordinado y un diseño institucional basado en la apropiación social de la infraestructura. A pesar del difícil contexto socioambiental de La Araucanía (altos niveles de pobreza y población indígena, aislamiento geográfico, presiones mercantilistas generadas por el diseño del Código de Agua chileno), el comité ha resistido las tensiones propias de la gobernanza nacional y lleva décadas operativo, entregando agua potable a sus vecinos. Sin embargo, el análisis de los resultados sugiere que, incluso en los casos que han logrado sobrevivir durante décadas, la sostenibilidad de los sistemas de agua potable rural en Chile es relativamente frágil y presenta importantes retos.

Las comunidades con un porcentaje elevado de adultos mayores y niveles de formación relativamente bajos necesitan una asistencia continuada para mejorar el mantenimiento de las infraestructuras y lograr una diagnosis temprana de los problemas técnicos. Asimismo, a pesar de la capacidad que la comunidad ha mostrado para afrontar situaciones críticas, parece necesario dotar a los comités de programas de alfabetización y gestión económica, mejora de las habilidades

sociotécnicas, así como ampliar los canales de participación de los usuarios.

Finalmente, es necesario flexibilizar el régimen de gobernanza del agua nacional de forma que este recurso no sea institucionalmente valorado solo como un bien económico y productivo, sino por su condición de derecho humano y su valor ecológico. Es clave que las pequeñas comunidades fortalezcan su derecho consuntivo, frente a las presiones extractivistas que las empresas forestales e hidroeléctricas ejercen. Futuros estudios deberán evaluar el impacto de los recientes cambios legislativos, como la reforma del Código de Aguas y la nueva Ley de servicios sanitarios rurales, en la gobernanza comunitaria de los sistemas de APR.

Bibliografía

- Abers, R. N.; Abers, R.; Keck, M. E. 2013: *Practical authority: Agency and institutional change in Brazilian water politics*. London (England), Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199985265.001.0001>
- Bauer, C.J. 2015: "Water conflicts and entrenched governance problems in Chile's market model". *Water Alternatives*, 8(2), 147-172. <http://www.water-alternatives.org/index.php/all-doc/articles/vol8/v8issue2/285-a8-2-8/file>
- Bisung, E.; Elliott, S. J. 2014: "Toward a social capital-based framework for understanding the water-health nexus". *Social Science & Medicine*, 108, 194-200. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.01.042>
- Blanco, E.; Donoso, G. 2016: "Agua potable rural: desafíos para la provisión sustentable del recurso". *Actas de derecho de aguas: ADAg*, 6, 63-79. https://www.researchgate.net/publication/320068609_Agua_potable_rural_desafios_para_la_provision_sustentable_del_recurso
- Bourdieu, P. 1986: *The forms of capital*, en J.E. Richardson (Ed.), *Education, Handbook of Theory for Sociology of Education*. New York (USA), Greenwood Press.
- Bravo-Sánchez, J.; Naranjo-Ramírez, G.; Hidalgo-Carrasco, R. 2019: "La Política de Agua de Chile: una radiografía histórica, legal y administrativa a la gestión del agua en manos del mercado neoliberal". *Agua y Territorio*, 13, 43-54. <https://doi.org/10.17561/at.13.3710>
- Carrasco-Mantilla, W. 2011: *Políticas públicas para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas rurales*. Santiago (Chile), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3842/1/S2011912.pdf>

⁶² Ley 21.435 de 2022, disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1174443>

- Coleman, J.S.** 1988: "Social capital in the creation of human capital". *American Journal of Sociology*, 94, 95-120. <https://www.jstor.org/stable/2780243>
- Dirección de Obras Hidráulicas, Departamento de Gestión Comunitaria, Subdirección de Agua Potable Rural. 2014: *Desarrollo del Programa de Agua Potable Rural en Chile*. Santiago (Chile), Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Duarte-Vera, A.; Vanhulst, J.; Letelier-Araya, E.** 2021: "Tensiones de la gobernanza comunitaria de servicios sanitarios rurales en territorios periurbanos (Chile)". *Urbano*, 24(44), 112-121. <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.44.09>
- Fonseca, F.; Montalba, R.; García, M.** 2015: "Redes sociales, capital social y acción colectiva en dos territorios campesinos de la región de La Araucanía, en Chile, para enfrentar problemas asociados al acceso al agua". *Papers. Revista de Sociología*, 100(4), 577-606. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2169>
- Fuster, R.; Jara, P.; Vidal, K.; Abellá, F.** 2016: *Estado del arte y desafíos de los Servicios Sanitarios Rurales*. Santiago (Chile), Laboratorio de Análisis Territorial (LAT) de la Universidad de Chile con fondos de Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G. (ANDESS A.G.).
- Guerrero-Valdebenito, R.; Fonseca-Prieto, F.; Garrido-Castillo, J.; García-Ojeda, M.** 2018: "El código de aguas del modelo neoliberal y conflictos sociales por agua en Chile: Relaciones, cambios y desafíos." *Agua y Territorio*, 11, 97-108. <https://doi.org/10.17561/at.11.3956>
- Hancock, D. R.; Algozzine, B.** 2016: *Doing case study research: A practical guide for beginning researchers*. New York (USA), Teachers College Press. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.750135>
- Hurlbert, M. A.; Díaz, H.** 2013: "Water Governance in Chile and Canada: a Comparison of Adaptive Characteristics". *Ecology and Society*, 18(4), 61. <https://doi.org/10.5751/ES-06148-180461>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2017: *Censos de Población y Vivienda*. Santiago (Chile), Ministerio de Economía, Gobierno de Chile.
- Isham, J.; Kähkönen, S.; Ramaswamy, S.; Cason, J.** 2003: "The importance of "exit and voice" in the provision of clean water: Evidence from India and Sri Lanka". *Development and democracy: New perspectives on an old debate*, 98-122.
- Kelly, E.; Lee, K.; Shields, K. F.; Cronk, R.; Behnke, N.; Klug, T.; Bartram, J.** 2018: "The role of social capital and sense of ownership in rural community-managed water systems: Qualitative evidence from Ghana, Kenya, and Zambia". *Journal of rural studies*, 56, 156-166. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.08.021>
- Klug, T.; Shields, K. F.; Cronk, R.; Kelly, E.; Behnke, N.; Lee, K.; Bartram, J.** 2017: "Water system hardware and management rehabilitation: Qualitative evidence from Ghana, Kenya, and Zambia". *International journal of hygiene and environmental health*, 220(3), 531-538. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.02.009>
- Lentini, E.** 2010: *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago (Chile), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Lockwood, H.** 2002: *Mecanismos de apoyo institucional para los sistemas rurales de agua potable y saneamiento manejados por las comunidades en América Latina*. Washington, D.C. (USA), Environmental Health Project (EHP).
- Lozares, C.** 1996: "La teoría de redes sociales". *Revista Papers*, 48, 103-126. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v48n0.1814>
- Lund, R.** 2015: "Integrating social and physical sciences in water management". *Water Resources Research*, 51 (8), 5905-5918. <https://doi.org/10.1002/2015WR017125>
- Marks, S. J.; Onda, K.; Davis, J.** 2014: "Does sense of ownership matter for rural water system sustainability? Evidence from Kenya". *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 3(2), 122-133. <https://doi.org/10.2166/wash-dev.2013.098>
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. *Encuesta CASEN 2020*.
- Moriarty, P.; Schouten, T.** 2003: *Community water, community management: from system to service in rural areas*. London (England), ITDG Publishing. <https://doi.org/10.3362/9781780441061.000>
- Nahuelhual, L.; Saavedra, G.; Henríquez, F.; Benra, F.; Vergara, X.; Perugache, C.; Hasen, F.** 2018: "Opportunities and limits to ecosystem services governance in developing countries and indigenous territories: The case of water supply in southern Chile". *Environmental Science and Policy*, 86, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.04.012>
- Navarro, P.; Zambrano, H.; Donoso, G.** 2007: *Informe Final de evaluación Programa de Agua Potable Rural*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas.
- Nastar, M.** 2014: "What drives the urban water regime? An analysis of water governance arrangements in Hyderabad, India". *Ecology and society*, 19(2), 57. <https://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss2/art57/>
- Nicolas-Artero, C.** 2016: "Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina: un ejemplo de economía substantiva". *Revista Polis*, 15(45), 165-189. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682016000300009>

- Observatorio Social. 2015a: presentación "Situación de la Pobreza en Chile". Santiago (Chile), Ministerio de Desarrollo Social y de Familia.
- Observatorio Social. 2015b: presentación "Pueblos Indígenas". Santiago (Chile), Ministerio de Desarrollo Social y de Familia.
- Ostrom, E.** 2014: "Más allá de los mercados y los Estados: gobernanza policéntrica de sistemas económicos complejos". *Revista mexicana de sociología*, 76, 15-70. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v76nspe/v76nspea2.pdf>
- Ostrom, E.** 2000: *El Gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. Ciudad de México (México), Fondo de Cultura Económica.
- Ostrom, E.; Ahn, T. K.** 2003: "A social science perspective on social capital: social capital and collective action". *Revista Mexicana De Sociología*, 65(1), 155-233. <https://doi.org/10.2307/3541518>
- Ostrom, E.; Ahn, T. K.** 2009: *The meaning of social capital and its link to collective action. Handbook of social capital: The trioka of sociology, political science and economics*, 17-35. Massachusetts (USA), Edward Elgar Pub.
- Poteete, A.; Janssen, M.; Ostrom, E.** 2012: *Trabajar juntos. Acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. Ciudad de México (México), Fondo de Cultura Económica.
- Prell, C.** 2006: "Social Capital as Network Capital: Looking at the Role of Social Networks Among Not-For-Profits". *Sociological Research Online*, 11, 1-15. <https://doi.org/10.5153/sro.1419>
- Prüss-Üstün A.; Bos, R.; Gore, F.; Bartram, J.** 2008: *Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. Geneva (Suiza), World Health Organization.
- Putnam, R.** 1995: "Bowling alone: America's declining social capital". *Journal of Democracy*, 6, 65-78.
- Retamal, María Rafaela; Andreoli, Andrea; Arumi, José L.; Rojas, Jorge; Parra, Óscar,** 2013: "Gobernanza del agua y cambio climático: fortalezas y debilidades del actual sistema de gestión del agua en Chile. Análisis interno". *Interciencia*, 38(1), 8-16. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/008-RETAMAL-9.pdf>
- Sánchez, LK.; Boso, À.; Montalba, R.; Vallejos-Romero,** 2018: "Gobernanza del agua y desafíos emergentes para estructuras normativas e institucionales rígidas: un análisis desde el caso chileno". *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, 70, 199-134. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357559200007>
- Toro, D.; González, F.** 2020: *Prácticas de gestión comunitaria de agua potable rural en contexto de privatización, escasez hídrica y conflictos socioterritoriales por el agua en la comuna de Petorca, V región de Valparaíso, Chile*. Valparaíso (Chile), Universidad de Valparaíso. <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvscl/2581/GONZALEZ%20CISTERNAS%2C%20FELIPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villarreal, C.** 2012: *Asociaciones comunitarias de agua potable rural en Chile: diagnóstico y desafíos*. Santiago (Chile), Programa Chile Sustentable.
- Whittington, D.; Davis, J.; Prokopy, L.; Komives, K.; Thorsten, R.; Lukacs, H.; Wakeman, W.** 2009: "How well is the demand-driven, community management model for rural water supply systems doing? Evidence from Bolivia, Peru and Ghana". *Water Policy*, 11(6), 696-718. <https://doi.org/10.2166/wp.2009.310>
- Yáñez, N.; Molina, R.** 2011. *Las aguas indígenas en Chile*. Santiago (Chile), LOM Ediciones, Observatorio Ciudadano.

PERIS ALBENTOSA, Tomàs 2019:
Enciclopèdia del regadiu històric valencià. Infraestructures hidràuliques i distribució de l'aigua. Valencia, Generalitat Valenciana, Universitat de València, Academia Valenciana de la Llengua, Càtedra Demetrio Ribes y Acequia Real del Júcar, 774 págs., ISBN 978-84-482-6421-5

He aquí un libro insólito por varias razones. En primer lugar, por la ambición de sus contenidos, que incluyen 548 voces referidas a la historia de los sistemas de riego valencianos, en sus aspectos físicos y de distribución del agua. Cada una de las voces va acompañada, además, por textos de la época en los que se hace uso del vocablo, y que amplían notablemente el contenido de cada voz. A ello se añade un apéndice documental prolijo y una recopilación bibliográfica con algo más de 900 referencias. En segundo lugar, es insólito porque este trabajo de tan vasto alcance es obra de un solo autor. Tomás Peris es bien conocido por sus trabajos anteriores sobre el regadío histórico y, en la actualidad, es probablemente el mejor especialista español sobre el tema. Aun así, la magnitud del trabajo realizado sorprende al lector. Por último, la obra, de gran formato, está magníficamente editada e incluye 714 imágenes intercaladas en el texto y seleccionadas por el propio autor. Se trata, en su mayoría, de mapas históricos de sistemas de riego, planos y croquis de infraestructuras de regadío o campos de cultivo, todo ello reproducido con una extraordinaria fidelidad al original y que cumplen una finalidad en absoluto secundaria porque ayudan a comprender los mecanismos del riego y, de paso, permiten valorar la belleza de muchos de estos dibujos que dan vida a un mundo rural vinculado al uso del agua. A todo ello habría que añadir una cuestión importante: aunque las voces analizadas se refieren al regadío valenciano, la mayor parte de las explicaciones tienen un alcance que va mucho más allá, porque ilustran, en general, las múltiples dimen-

siones del regadío histórico, sus plasmaciones sobre el territorio, los diversos criterios relacionados con el reparto del agua, etc. El hecho de que la edición incluya la traducción castellana de las voces debería ayudar a una difusión amplia del volumen.

El elevado número de voces pone de manifiesto la complejidad y riqueza tanto de las soluciones técnicas para movilizar, conducir y emplear el agua en el cultivo, como de los múltiples criterios para su reparto entre los usuarios. Muchas de estas voces se refieren a los elementos físicos de la infraestructura del riego (*aldufa; almenara; assut; mòdul; partidor; qanat; represa, roll; trestallador;...*) o a aspectos paisajísticos (*marjal; albuferra*). Otro grupo numeroso denota una extensa tipología del agua: 44 voces recogen otras tantas denominaciones de diferentes “clases” de agua, que aparecen como categorías socialmente aceptadas y utilizadas a lo largo de los siglos (*aigua a braçal; aigua de dula; aigua de gràcia; aigües vives;...*). Las diferentes situaciones o funciones de un sistema de riego dan lugar a otro nutrido grupo de voces (*arrendar l'aigua; reg arreu per diputats; regar a demanda; desgolar la séquia; eixugament; estretura; fretura;...*), con una presencia abundante de los términos relacionados con la escasez hídrica, reflejo de las condiciones físicas mediterráneas, que imponían unas dotaciones limitadas. Los elementos organizativos o relacionados con el reparto del agua son también considerables: *dia de gràcia; dret d'aqüeducte/de barra/de llistó; dula; extremal; foc i sang; jovedat; jussà; sobirà; línia de rigidesa; llibre de cequiatge; fila; tanda;...* Finalmente, otras voces recogen los diferentes oficios o responsabilidades en el funcionamiento del regadío: *enginyer d'aigües; experts; hidròmetra; regador; sobrestant; veedor;...* La riqueza del léxico relacionado con el agua es otra de las aportaciones del libro. Los numerosos términos recogidos aquí dan testimonio no sólo de la complejidad de todo sistema de riego, sino también de las variadas soluciones de carácter local para los grandes problemas que planteaba la movilización del agua.

Es preciso advertir, sin embargo, que las voces recogidas no son simples definiciones de los diferentes elementos del riego. Muchas de ellas van más allá e incluyen reflexiones, hipótesis y conclusiones de la investigación del propio autor y de la larga historiografía sobre el tema. En este sentido, ofrecen interpretaciones nuevas sobre el funcionamiento, los condicionantes y la diversidad de soluciones que los sistemas de riego

comportan. Algunas de estas voces son textos largos, en algunos casos prácticamente artículos de revista especializada. Para mostrar el alcance y el estilo argumentativo de estas voces, nada mejor que detenernos, a modo de ejemplo, en dos de ellas: una de carácter físico, el *assut*; y otra relacionada con lo organizativo, el *aigua de gràcia*.

El azud, como el elemento hidráulico que permite la captación de una parte del caudal de un río, representa la conexión entre el acuífero y la red artificial de distribución del agua. El autor centra su explicación en los criterios que podían guiar la decisión sobre el emplazamiento y la morfología de este importante elemento hidráulico. La elección del punto exacto del río donde iba a construirse la captación y la forma y materiales de su construcción respondía a factores tanto hidrológicos como sociales. Por un lado, era preciso ubicar el azud en un punto que permitiera la circulación del agua por toda la extensión que se pretendía irrigar, lo que exigía un profundo conocimiento del territorio en una época con limitaciones técnicas a este respecto. Al mismo tiempo, se trataba de situarlo allí donde la corriente fluvial causara menos deterioro de la obra, especialmente en las avenidas, lo que llevaba a tener en cuenta los meandros del río y la anchura de lecho, entre otros factores. Por su parte, la modalidad de la presa, además de atender a factores de costes, había de tomar en consideración el reparto del caudal del río entre las diferentes acequias que lo captaban. A este respecto, Tomás Peris señala la diferencia entre azudes que sólo posibilitaban captar un volumen bien definido y aquellos otros que permitían la entrada del agua sin mayores restricciones. Los primeros corresponderían a tramos fluviales con fuerte competencia entre acequias, de manera que la materialización física del dispositivo reflejaba la existencia de pactos o de concesiones reales sobre el uso del acuífero. Lo material y lo social aparecen, pues, en estrecha relación y esta concepción es una de las características más reseñables del libro.

En el caso del segundo de los ejemplos, se trata de una práctica que, de nuevo, el autor ha rescatado del olvido y ha situado en un lugar destacado para comprender la versatilidad de los sistemas de riego mediterráneos, que habían de lidiar con la escasez hídrica, mientras atendían una demanda de agua normalmente superior a la disponibilidad. Es el “agua de gracia”, una cesión del agua de la acequia a aquellos usuarios con peor acceso a ella y con necesidades perentorias,

de carácter voluntario, sin la presencia de derechos formales de los receptores y sin que se tratase de soportes del recurso. Los regantes que cedían este caudal, lo hacían renunciando en alguna medida a riegos no urgentes. La explicación de la lógica de estas actuaciones, muy difundidas por los diferentes sistemas de riego, constituye uno de los momentos más relevantes del libro. De entrada, el agua de gracia nos trae connotaciones comunitarias, pero en contextos de desigualdad en los derechos de acceso al regadío, que solían darse entre los usuarios de parajes y tramos diferentes del sistema, con especial desventaja de los situados en la cola del canal principal. Con el agua de gracia se paliaban los desequilibrios y se aseguraba el consenso básico entre un mayor número de regantes, necesario para la viabilidad del sistema. Como mecanismo informal y discrecional, se evitaba también la imposición de turnos más rigurosos en épocas de bajo caudal y, por tanto, la coerción que a menudo se precisaba para hacerlos cumplir. Por otro lado, al posibilitar el acceso al agua en caso de una necesidad extrema de los cultivos, se otorgaba a los regantes un amplio margen de elección de cultivos y rotaciones, incluidas aquellas más arriesgadas, pero con un mayor producto. Múltiples resultados, pues, para una práctica que no fue estática a lo largo del tiempo y que, en algunos casos, evolucionó hacia un derecho reconocido formalmente. Al propio tiempo, la minuciosa indagación de Tomás Peris permite establecer las numerosas variantes locales de este mecanismo, en función de condicionantes geográficos y de escenarios sociales también muy diversos.

De este tenor son muchas otras de las voces recogidas en el libro, de manera que, además de una obra de consulta para conocer el significado de los componentes del regadío, a menudo relacionados entre sí o variantes de un fenómeno o mecanismo más general, el libro también ofrece una visión global del uso agrario del agua. En muchos momentos, el análisis del autor traspasa la frontera de lo físico y se adentra en lo institucional. Al hacerlo, muestra la imposibilidad de separar los componentes físicos de una infraestructura de riego, los criterios sociales de distribución del agua y las modalidades de gestión y regulación de una comunidad de usuarios. A este tercer aspecto institucional el autor promete, en el prólogo, dedicar enteramente un segundo volumen, con la misma estructura del que aquí reseñamos. De momento y más allá de la acotación espacial que incluye el título -el territorio valenciano- el

contenido de esta Enciclopedia, por su amplitud, la profundidad y la originalidad de sus interpretaciones, interesará, con toda seguridad, a cualquier lector interesado en este aspecto fundamental de la historia agraria. En todo caso, el lector debe saber que no existe ninguna obra semejante a ésta en el panorama historiográfico español.

Salvador Calatayud Giner
Universidad de Valencia



Normas para la entrega de originales de las secciones Dossier, Miscelánea y Reseñas

- La revista *Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)* publica sus artículos en formato XML, HTML y PDF, con el objetivo de aumentar la difusión de los trabajos publicados. Esto implica que todo el contenido podrá ser analizado por los robots de búsquedas.
- Es preciso incrementar el proceso de control sobre el documento final, para evitar conflictos con los lenguajes informáticos que impidan la difusión de los trabajos publicados. Por tanto, es indispensable que cumpla las indicaciones reseñadas.
- Debe leer con atención el documento REVISIÓN ARTÍCULO y comprobar que su trabajo cumple todas las observaciones que se indican.
- Los artículos se enviarán a través de la plataforma de envío de manuscritos de la revista disponible en <http://revistaselectronicas.ujaen.es>
- **Sólo se admitirán originales que se atengan estrictamente a las normas.** Los artículos que no cumplan estas indicaciones se rechazarán y no se enviarán a evaluar. Los envíos de los manuscritos deben cumplir los siguientes requisitos:
 - Es necesario completar en la plataforma de la revista y en todos los idiomas de ésta (español, inglés, portugués, francés e italiano), toda la información de los METADATOS del artículo: título, resumen y palabras claves. NO ESCRIBA TODO EL TEXTO EN MAYÚSCULAS, solamente lo que establezcan las reglas ortográficas.
 - Debe entrar en su perfil y complementar la información solicitada (ORCID, afiliación, etc.) en todos los idiomas de la revista (español, inglés, portugués, francés e italiano). NO ESCRIBA TODO EL TEXTO EN MAYÚSCULAS, solamente lo que establezcan las reglas ortográficas.
 - **Un primer documento en Word** que incluya el título del trabajo (en español e inglés), nombre del autor o autores, filiación académica de todos ellos (categoría profesional e institución académica), dirección de correo electrónico de todos ellos, ORCID de todos ellos y dirección postal de la institución académica de todos ellos. Si el artículo está escrito en un idioma distinto al español y al

Guidelines for Submission of Manuscripts for the Dossier, Miscellaneous and Reviews sections

- The journal *Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)* publishes its articles in XML, HTML and PDF format, with the aim of increasing the dissemination of the published works. This implies that all content can be analyzed by search engines.
- It is necessary to increase the process of control over the final document, to avoid conflicts with the computer languages that prevent the dissemination of the published works. Therefore, it is essential that it complies with the above-mentioned indications.
- Manuscripts must be sent through the journal's manuscript submission platform available at <http://revistaselectronicas.ujaen.es>
- **Only manuscripts that strictly adhere to the rules will be accepted.** Any article that does not comply with these indications will be rejected and will not be sent for evaluation. Manuscript submissions must meet the following requirements:
 - It is required to complete all the information about the METADATA of the manuscript in the platform of the journal and in all the languages of the journal (Spanish, English, Portuguese, French and Italian): title, abstract and keywords. DO NOT WRITE ALL THE TEXT IN CAPITAL LETTERS, only what the spelling rules establish.
 - You must access your profile and complete the requested information (ORCID, affiliation, etc.) in all the languages of the journal (Spanish, English, Portuguese, French and Italian). DO NOT WRITE ALL THE TEXT IN CAPITAL LETTERS, only what the spelling rules establish.
 - **A first Microsoft Word document** must be submitted, including the title of the manuscript (in Spanish and English), the name of the author(s), the academic affiliation (professional status and academic institution), the e-mail address, the **ORCID ID** and the postal address of all of them. If the manuscript is written in a language other than Spanish and English, the title in that third language must be added to this document.
 - You must specify whether it is submitted for a specific Dossier (the title and coordinators of

inglés debe añadirse a este documento el título en ese tercer idioma.

- Debe especificar si se remite para un Dossier concreto (especificar título y coordinadores del mismo) o para el apartado de Miscelánea o Reseñas.
- El título del artículo debe ser breve, concreto y preciso. Si hace referencia a un territorio debe especificar el país.
- Si tiene subtítulo deberá separarse del anterior por dos puntos (:). Se pueden incluir los datos de posibles evaluadores: nombre completo, categoría profesional, institución académica y correo electrónico.
- **Un segundo documento en Word**, que incluirá el texto completo del artículo, precedido por el título en castellano inglés, portugués, francés e italiano, el resumen en los cinco idiomas, con una extensión máxima de 150 palabras cada resumen. El resumen indicará el objetivo del artículo, las fuentes, la metodología, los hallazgos, las limitaciones, la valoración sobre la originalidad, así como las conclusiones. Además, deben aportarse un máximo de cinco palabras clave, también en los cinco idiomas. Tras el artículo, que se aconseja tenga el mismo esquema utilizado en el resumen, irá el apartado de Bibliografía.
- Con el fin de garantizar el anonimato en el proceso de evaluación, este documento no debe incluir el nombre o nombres de los autores, así como ninguna mención a los mismos (incluyendo las notas a pie de página).
- Para garantizar el anonimato en el proceso de evaluación, el archivo informático que suba a la plataforma no debe incluir el nombre o apellidos del autor o autores. Basta con una palabra extraída del título y la fecha de envío. Por ejemplo: Agua_Chapala_México_03052020.
- Si la primera lengua empleada es otra distinta del castellano, ésta se empleará en segundo lugar.
- En caso de ser candidato a doctor, deberá incluir un certificado de su director/directores, detallando el título de la tesis y la fecha en que haya sido aceptado ese proyecto. Se enviará al correo electrónico: revista-at@ujaen.es
- Deben enviar el trabajo en Microsoft Word. Los artículos tendrán una extensión máxima de 9.000 palabras, incluyendo notas, cuadros, mapas, apéndices y bibliografía. Deben estar escritos en letra Times New Roman 12 en texto y 10 en párrafos textuales sanitarios (the Dossier must be included) or for the Miscellaneous or Reviews section.
- The title of the manuscript must be brief, concrete and precise. When referring to a territory, you must specify the country.
- If the document contains a subtitle, it must be separated from the previous one by two dots (:). The data of possible evaluators can be included: full name, professional status, academic institution and e-mail.
- **A second Microsoft Word document**, which will include the full text of the article, preceded by the title in Spanish, English, Portuguese, French and Italian, the abstract in the five languages, with a maximum length of 150 words for each abstract. The abstract will indicate the objective of the manuscript, sources, methodology, findings, limitations, assessment of originality as well as the conclusions. In addition, a maximum of five keywords must be provided, also in both languages, plus the third language if the article is written in one other than Spanish and English. After the article, which is recommended to have the same structure used in the abstract, the Bibliography section will follow.
- In order to guarantee anonymity in the evaluation process, this document should not include the name or names of the authors, as well as no mention of them (including footnotes).
- In order to guarantee anonymity in the evaluation process, the computer file uploaded to the platform should not include the name(s) or surname(s) of the author(s). All that is required is a brief description of the title and the date of submission. For example: Agua_Chapala_México_03052020.
- If the first language used is other than Spanish, this one it will be used in second place.
- If the applicant is a doctoral candidate, he/she must include a certificate from his/her director(s), detailing the title of the thesis and the date on which the project was accepted. It should be sent to the following e-mail address: revista-at@ujaen.es
- The work must be sent in Microsoft Word. The manuscripts will have a maximum length of 9,000 words, including notes, tables, maps, appendices and bibliography. They must be written in Times New Roman font 12 in text and 10 in indented textual paragraphs and notes. Footnotes must be brief and cannot include tables or graphs. Each article must have

grados y notas. Las notas a pie de página deben ser breves y no pueden incluir tablas ni gráficos. Cada artículo deberá llevar una bibliografía final, siguiendo las indicaciones señaladas en estas normas.

- Las páginas irán numeradas correlativamente, así como las notas, que se situarán a pie de página y a espacio sencillo.
- Los agradecimientos, en su caso y si los hubiera, al igual que las referencias a ayudas de proyectos de investigación, financiación, becas, convenios o similares, deberán incluirse en un apartado antes del apartado de fuentes y de las referencias bibliográficas. Para no desvelar el anonimato, este apartado se insertará en la versión final del trabajo.
- Al trabajo propiamente dicho podrán añadirse apéndices o anexos, debiendo ir con título y numerados. Si se incluyen tablas, mapas, gráficos, figuras, etc., serán originales y se numerarán correlativamente en la parte superior con el respectivo título. Debajo de tablas, mapas, gráficos o figuras deberá ponerse la fuente documental o bibliográfica con las que se hayan elaborado.
- Se recomienda que tablas, mapas, gráficos y figuras sean de la mejor calidad para evitar la pérdida de detalles o su pixelación. Deben incluirse en el texto a efectos de saber su ubicación aproximada pero además, se enviará copia en ficheros aparte con el número de figura, título y breve pie o leyenda para su identificación con las respectivas fuentes. Los formatos electrónicos aceptados serán TIFF, EPS o PDF con fuentes incrustadas. La resolución mínima será de 300 ppp y 8 bits de profundidad de color para las imágenes de grises, y 1.200 ppp para las de un solo bit, en el tamaño que se pretenda que aparezcan publicadas.
- Las **tablas** se numerarán correlativamente y deben hacerse con la función de tablas de Word.
- Los **gráficos** se realizarán preferiblemente con Excel y deberán insertarse en el texto en formato Normal.
- Los **mapas** deberán insertarse en formato Imagen.
- Cualquier otro tipo de elemento se numerará correlativamente bajo la denominación de **Figuras**.
- Los **mapas, fotografías y planos de especial calidad** deben insertarse en el texto del artículo, pero también deben enviarse en archivo aparte con la mayor calidad posible para lograr su mejor visualización en el momento de la maquetación. Se debe tener especial cuidado en no incluir en los mapas, gráficos y figuras ni el encabezamiento de los mismos ni la fuente de la que se han extraído para su elaboración pues tanto el uno como la otra son incorporados en a detailed bibliography, following the indications of these guidelines.
- The pages should be numbered consecutively, as well as the notes, which should be placed at the foot of the page and in single spacing.
- Acknowledgements, if any, as well as any reference to research projects, funding, grants, agreements or similar, must be included in a section before the bibliographic references and sources. In order not to reveal anonymity, this section will be inserted in the final version of the work.
- Appendices or annexes may be added to the work itself and must be titled and numbered. If tables, maps, graphs, figures, etc. are included, they must be original and numbered correlatively at the top with the respective title. Below the tables, maps, graphs or figures, the documentary or bibliographic source with which they have been elaborated should be placed.
- It is recommended that tables, maps, graphs and figures are of the best quality to avoid loss of detail or pixelation. They must be included in the text in order to know their approximate location, but, in addition, a copy will be sent in a separate file with the figure number, title and a brief caption or heading for identification with the respective sources. Electronic formats accepted are TIFF, EPS or PDF with embedded fonts. The minimum resolution will be 300 dpi and 8-bit of colour depth for grey images, and 1,200 dpi for single-bit images, in the size intended to be published.
- **Tables** shall be numbered correlatively and should be done with the Microsoft Word table function.
- **Graphics** will be made preferably with Microsoft Excel and should be inserted in the text in Standard format.
- **Maps** should be inserted in Image format.
- Any other element must be numbered correlatively under the denomination of **Figures**.
- **Maps, photographs and blueprints of special quality** should be inserted in the text of the article, but they should also be sent in a separate file to ensure that they are properly displayed at the layout stage. Special care must be taken not to include in the maps, graphs and figures neither the heading of the same nor the source from which they have been extracted for their elaboration, as both will be incorporated in the final layout of the article, and its inclusion in the image itself is not necessary.

- la maquetación final del artículo no necesitando su inclusión en la propia imagen.
- Los derechos de reproducción de fotografías y documentos deben ser enviados por los autores al correo electrónico: revista-at@ujaen.es
 - Las **notas** irán a pie de página, numerándose correlativamente, con la referencia en superíndice. Se procurará que sean reducidas: Apellido/s del autor, fecha de edición (en caso de varias publicaciones de éste en un mismo año, se unirán a esa fecha las letras a, b, c..., para evitar confusiones) y a continuación los números de volumen o tomo, número y página o páginas usadas, sin incluir sus iniciales (v. t., n.º o núm., p./pp.).
Ejemplos:
García Toledo, 2004, 55-63.
García Toledo, 2012a, 25-30.
García Toledo, 2012b, 53.
 - Si se citan en la misma nota obras del mismo autor no se indicará el apellido del autor de nuevo.
Ejemplo:
García Toledo, 2004, 55-63; 2012a, 25-30; 2012b, 53.
 - En el caso de que la obra este firmada por dos o tres autores, se citan los apellidos de todos ellos autores separados por punto y coma (;). No hay que poner “y”, “and”, “&”, “et”, “i”, antes del último autor. Siempre usar (;), que es un signo universal.
Ejemplos:
García Toledo; Pérez Toledo; López Moreno, 2004, 55-63.
Aguilar Rojas; López Ituarte; Iza, 2009, 23.
Wolf; Yoffe; Giordano, 2003, 30.
Tiran; Boutillier, 2015, 125.
Esposito; Bianchi, 2012, 30.
Pochapski; Castelo Branco Brito, 2020, 149.
 - En el caso de que la obra este firmada por cuatro autores o más, se cita los apellidos del primer autor y se añade la locución latina “et al.”, aunque en la bibliografía final se citará a todos los autores de la obra.
Ejemplo:
Ávila Quijas et al., 2009, 63.
 - Las referencias de diferentes autores y obras se separan con un punto.
Ejemplo:
Matés Barco, 2012, 50. Weyler, 1999, 21. Kenmain, 2000, 35.
 - El número de la nota deberá ir antes de la puntuación ortográfica.
Ejemplo:
“.../... crear una articulación fina entre datos e hipótesis, una formulación de hipótesis más
 - The copyright of photographs and documents should be sent by the authors to the e-mail: revista-at@ujaen.es
 - **Footnotes** will be numbered correlatively with the reference in superscript. They should be reduced to: author’s lastname/s, date of publication (in the case of several publications in the same year, the letters a, b, c... should be added to this date to avoid confusion) and then the volume or tome numbers, number and page(s) used, without including their initials (vol., no. or number, p./pp.).
Examples:
García Toledo, 2004, 55-63.
García Toledo, 2012a, 25-30.
García Toledo, 2012b, 53.
 - If works by the same author are quoted in the same note, the author’s last name will not be indicated again.
Example:
García Toledo, 2004, 55-63; 2012a, 25-30; 2012b, 53.
 - In case that the work is signed by two or three authors, the last names of both authors are cited, separated by semicolon (;). Do not put “y”, “and”, “&”, “et”, “e”, “i”, before the last author. Always use (;) which is a universal sign.
Examples:
García Toledo; Pérez Toledo; López Moreno, 2004, 55-63.
Aguilar Rojas; López Ituarte; Iza, 2009, 23.
Wolf; Yoffe; Giordano, 2003, 30.
Tiran; Boutillier, 2015, 125.
Esposito; Bianchi, 2012, 30.
Pochapski; Castelo Branco Brito, 2020, 149.
 - In case the work is signed by four or more authors, the surnames of the first one are cited and the Latin locution “et al.” is added, even though in the final bibliography all the authors of the work are cited.
Example:
Ávila Quijas et al., 2009, 63.
 - The references of different authors and works are separated with a dot.
Example:
Matés Barco, 2012, 50. Weyler, 1999, 21. Kenmain, 2000, 35.
 - The note number should precede the punctuation marks.
Example:
“.../... to create a fine articulation between data and hypotheses, a more creative formulation of hypotheses than that found entangled in the data”¹.

creadora que la que se encuentra enredada en los datos”¹.

- Las citas documentales deben comenzar por el archivo o institución correspondiente, sección y legajo, tipo de documento, lugar y fecha, pero eliminando las palabras innecesarias (sección, legajo, etcétera), poniendo comas de separación. Ejemplo: AHN, Ultramar, 185, salvo en la primera cita de cada Archivo o Biblioteca, en la que se desarrollará el nombre completo, poniéndose a continuación las iniciales entre paréntesis, sin puntos intermedios. Ejemplo: Archivo Histórico Nacional (en adelante AHN). No añade referencias documentales y hemerográficas citadas en su artículo pues al final del mismo solo deberá añadir las referencias bibliográficas utilizadas.
- Las fechas deben desarrollarse al completo, tanto en el texto como en las notas.
Ejemplo: Sevilla, 5 de abril de 1980.
- La bibliografía final se limitará a las obras citadas que irán ordenadas alfabéticamente y con sangría francesa, siguiendo cada una el siguiente orden:
 - **Libro:** apellidos en minúscula y nombre de cada autor, año de publicación, título en cursiva, lugar y país (entre paréntesis), editorial y DOI.
 - **Revista:** apellidos en minúscula, nombre del autor, año, título entrecomillado, nombre de la revista en cursiva, volumen y número de la revista (entre paréntesis), páginas y DOI.
 - Preferiblemente, se citará el nombre completo del autor. No se deben reducir los nombres de pila a las iniciales, así se evitan confusiones y ambigüedades. No deben omitirse los segundos apellidos de los autores de los trabajos que se citen. Tampoco deben omitirse las iniciales medias de los autores (usadas generalmente por autores no españoles).
 - Los autores deben presentar las referencias bibliográficas con su correspondientes DOI, que deben tener el formato <https://doi.org/10.9999/...> y ser clicables. No debe escribirse la palabra “DOI” delante de la url. Nunca debe ponerse un punto al final de un doi o de una url, pues puede hacer que luego al clicar en el enlace no funcione. Para conocer el DOI de un artículo, se puede utilizar el formulario habilitado para tal fin por CrossRef: <https://apps.crossref.org/simpleTextQuery/>
Por ejemplo:
Alfaro-Rodríguez, Evelyn. 2017: “La Red Social del Abasto Urbano: Aguadores y fiadores en Zatecas, México (siglo XIX)”. *Agua y Territorio*, 9, 11-21. <https://doi.org/10.17561/at.v0i9.3473>.
- Documentary quotations should begin with the corresponding file or institution, section and bundle or file, type of document, place and date, but excluding unnecessary words (section, bundle, etc.), putting commas in between. Example: NHA, Overseas, 185, except in the first quotation of each Archive or Library, in which the full name will be developed, putting the initials in parentheses, without intermediate points. Example: National Historical Archive (hereinafter NHA). Do not add documentary and newspaper references cited in your article, since at the end of it you should only add the bibliographic references used.
- Dates must be fully developed, both in the text and in the notes, according to the following format.
Example: Sevilla, 5 de abril de 1980.
- The final bibliography will be limited to the cited/quoted works, which will be ordered alphabetically and with hanging indentation, each of them in the following order:
 - **Book:** surname in lower case and name of each author, year of publication, title in italics, place and country (in brackets), publisher and DOI.
 - **Journal:** surname in lower case and name of each author, year, title in quotes, name of the journal in italics, volume and number of the journal (in parentheses), pages and DOI.
 - Preferably, the author’s full name should be cited. First names should not be reduced to initials to avoid confusion and ambiguity. Do not omit the second surnames of the authors of the works being cited. Authors’ middle initials (generally used by non-Spanish authors) should not be omitted either.
 - Authors must submit bibliographic references with their corresponding DOIs, which must be in the format <https://doi.org/10.9999/...> and be clickable. The word “DOI” should not be written in front of the url. Never put a full stop at the end of a doi or url, as this can cause the link not to work when clicked. To find out the DOI of an article, you can use the form provided by CrossRef: <https://apps.crossref.org/simpleTextQuery/>
For example:
Alfaro-Rodríguez, Evelyn. 2017: “La Red Social del Abasto Urbano: Aguadores y fiadores en Zatecas, México (siglo XIX)”. *Agua y Territorio*, 9, 11-21. <https://doi.org/10.17561/at.v0i9.3473>.
- If several works by the same author are cited, the author’s name should not be replaced by a dash. In addition, if the works of the same author also

- En caso de que se citen varios trabajos de un mismo autor, no debe ponerse una raya en sustitución del nombre del autor. Además, si los trabajos del mismo autor pertenecen también al mismo año, se deberán marcar con letras (a, b...).
 - No debe ponerse et al. en las referencias bibliográficas. Cuando haya más de un autor, deben incluirse los nombres y apellidos de todos ellos en la bibliografía final. Deben separarse los autores mediante punto y coma (;). El último autor debe separarse también con punto y coma (;). No hay que poner “y”, “and”, “&”, “et”, “e”, “i” antes del último autor. Siempre usar (;) que es un signo universal.
 - Cuando se trate de páginas web, no debe escribirse “Recuperado de”, “Internet”, “Online”, “Disponible en”, etc. Tampoco debe escribirse “Consultado en 99/99/9999”.
 - En los artículos *online first*, no hay que poner las páginas (pp.). Algunas revistas publican una versión online provisional sin paginación (online first), previa a la definitiva, que estará paginada. En las referencias y citas a estos artículos no hay que poner la paginación. Por ejemplo, si el artículo tiene 9 páginas, no hay que poner pp. 1-9. En su lugar, hay que poner “online first”, y, en su caso, el número de artículo que haya asignado la revista (p. ej., e450678 o art. 453). Si ya se ha publicado la versión definitiva, hay que citar esta con el año de publicación.
 - Tampoco hay que poner las páginas (pp.) en los artículos de revistas de edición continua, pues siempre van paginados de 1 a n. No hay que indicar pp. 1-n, pues esto solo se pone en las revistas que paginan el número o el volumen completo. Como en el caso anterior, en lugar de pp. hay que poner el número de artículo que a veces asigna la revista (p. ej., e450678 o art. 453) o no poner nada. Con el vol. y el núm. es suficiente.
- belong to the same year, they should be marked with letters (a, b...).
- Do not include et al. in the bibliographical references. When there is more than one author, the names and surnames of all of them should be included in the final bibliography. Authors should be separated by a semicolon (;). The last author should also be separated by a semicolon (;). Do not put “and”, “and”, “&”, “et”, “e”, “i” before the last author. Always use ; which is a universal sign.
 - In the case of web pages, do not write “Retrieved from”, “Internet”, “Online”, “Available at”, etc. Also do not write “Retrieved on 99/99/99/9999”.
 - In online first articles, the pages (pp.) do not have to be indicated. Some journals publish a provisional online version without pagination (online first), prior to the definitive version, which will be paginated. In references and citations to these articles, the pagination does not have to be given. For example, if the article is 9 pages long, do not put pp. 1-9. Instead, you should write “online first” and, if applicable, the article number assigned by the journal (e.g. e450678 or art. 453). If the definitive version has already been published, this should be cited with the year of publication.
 - Nor should the pages (pp.) be indicated in articles in continuous edition journals, as they are always paginated from 1 to n. It is not necessary to indicate pp. 1-n, as this is only used in journals that page the whole issue or volume. As in the previous case, instead of pp. the article number sometimes assigned by the journal (e.g. e450678 or art. 453) should be given, or nothing at all. The vol. and no. are sufficient.

Ejemplos de referencias bibliográficas:

Libros:

- Aguilar Rojas, Grethel; Iza, Alejandro (Eds.). 2009: *Gobernanza de aguas compartidas. Aspectos jurídicos e institucionales*. San José (Costa Rica), UICN Oficina Regional de Mesoamérica.
- Ávila Quijas, Aquiles Omar; Gómez Serrano, Jesús; Escobar Ohmstede, Antonio; Sánchez Rodríguez, Martín (Coords.). 2009: *Negociaciones, acuerdos y conflictos en México, siglos XIX y XX. Agua y tierra*. Zamora (México), El Colegio de Michoacán, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- García, Manuel Jesús. 2007a: *Agua y Salud en la primera mitad del siglo XX*. Madrid (España), Tecnos.

Examples of bibliographic references:

Book:

- Aguilar Rojas, Grethel; Iza, Alejandro (Eds.). 2009: *Gobernanza de aguas compartidas. Aspectos jurídicos e institucionales*. San José (Costa Rica), UICN Oficina Regional de Mesoamérica.
- Ávila Quijas, Aquiles Omar; Gómez Serrano, Jesús; Escobar Ohmstede, Antonio; Sánchez Rodríguez, Martín (Coords.). 2009: *Negociaciones, acuerdos y conflictos en México, siglos XIX y XX. Agua y tierra*. Zamora (México), El Colegio de Michoacán, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- García, Manuel Jesús. 2007a: *Agua y Salud en la primera mitad del siglo XX*. Madrid (España), Tecnos.
- Matés-Barco, Juan Manuel (Ed.). 2019: *Empresas y empresarios en España. De mercaderes a industriales*. Madrid (España), Pirámide.

Matés-Barco, Juan Manuel (Ed.). 2019: Empresas y empresarios en España. De mercaderes a industriales. Madrid (España), Pirámide.

Urzúa Orozco, A. y Hernández Zaragoza, G. (Comps.) 1988: *Jalisco, testimonio de sus gobernantes: 1882-1911. Tomo II*. Guadalajara (México), Unidad Editorial del Gobierno del Estado de Jalisco.

Société Internationale Jean-Baptiste Say (Ed.). 2015: *Et Jean-Baptiste Say...créa l'Entrepreneur*. Bruxelles (Belgique), P.I.E. Peter Lang. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-6525-5>

Urzúa Orozco, Aida; Hernández Zaragoza, Gilberto (Comps.). 1988: *Jalisco, testimonio de sus gobernantes: 1882-1911. Tomo II*. Guadalajara (México), Unidad Editorial del Gobierno del Estado de Jalisco.

Capítulos de libro o libros colectivos:

Castro-Valdivia, Mariano. 2021: "The Influence of the Entrepreneur as a determining factor in the History of the Company", Vázquez-Fariñas, María; Ortúñez-Goicolea, Pedro Pablo; Castro-Valdivia, Mariano (Eds.), *Companies and Entrepreneurs in the History of Spain. Centuries Long Evolution in Business since the 15th century*. London (United Kingdom), Palgrave Macmillan, 1-16. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61318-1_1

González, Pedro. 2006: "El abastecimiento urbano de agua en Andalucía", en Pérez, José; González, Manuel (Coords.), *Agua, territorio y patrimonio*. Cáceres (España), Junta de Extremadura, 19-44.

Wolf, Aaron T. 1999: "'Water wars' and water reality: Conflict and Cooperation Along International Waterways", en Lonergan, Stephen Colnon (Ed.), *Environmental Change, Adaptation, and Security*. Dordrecht (Netherlands), Kluwer Academic Publishers, 251-265. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4219-9_18

Artículo de revista (deben incluir el DOI):

Matés-Barco, Juan Manuel. 2013: "La conquista del agua en Europa: los modelos de gestión (siglos XIX y XX)". *Agua y Territorio*, 1, 21-29. <http://dx.doi.org/10.17561/at.v1i1.1030>

Razzolini, María Tereza Pepe; Günter, Wanda Maria Risso. 2008: "Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água". *Revista Saúde & Sociedade*, 17 (1), 21-32. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902008000100003>

Wolf, Aaron T.; Yoffe, Shira B.; Giordano, Mark. 2003: "International waters: identifying basins at risk". *Water policy*, 5 (1), 29-60. <https://doi.org/10.2166/wp.2003.0002>

Cini, Ricardo; Rosaneli, Caroline; Cunha, Thiago. 2018: "Soberania alimentar na interseção entre bioética e direitos humanos: uma revisão integrativa da literatura". *Revista de Bioética y Derecho*, 42, 51-69.

Tesis:

Riquelme Salazar, Carolina. 2013: *El derecho al uso privativo de las aguas en España y Chile. Un estudio de derecho comparado*, tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (España).

Urzúa Orozco, A. y Hernández Zaragoza, G. (Comps.) 1988: *Jalisco, testimonio de sus gobernantes: 1882-1911. Tomo II*. Guadalajara (México), Unidad Editorial del Gobierno del Estado de Jalisco.

Société Internationale Jean-Baptiste Say (Ed.). 2015: *Et Jean-Baptiste Say...créa l'Entrepreneur*. Bruxelles (Belgique), P.I.E. Peter Lang. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-6525-5>

Urzúa Orozco, Aida; Hernández Zaragoza, Gilberto (Comps.). 1988: *Jalisco, testimonio de sus gobernantes: 1882-1911. Tomo II*. Guadalajara (México), Unidad Editorial del Gobierno del Estado de Jalisco.

Book chapter or collective book:

Castro-Valdivia, Mariano. 2021: "The Influence of the Entrepreneur as a determining factor in the History of the Company", Vázquez-Fariñas, María; Ortúñez-Goicolea, Pedro Pablo; Castro-Valdivia, Mariano (Eds.), *Companies and Entrepreneurs in the History of Spain. Centuries Long Evolution in Business since the 15th century*. London (United Kingdom), Palgrave Macmillan, 1-16. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61318-1_1

González, Pedro. 2006: "El abastecimiento urbano de agua en Andalucía", Pérez, José; González, Manuel (Coords.), *Agua, territorio y patrimonio*. Cáceres (España), Junta de Extremadura, 19-44.

Wolf, Aaron T. 1999: "'Water wars' and water reality: Conflict and Cooperation Along International Waterways", en Lonergan, Stephen Colnon (Ed.), *Environmental Change, Adaptation, and Security*. Dordrecht (Netherlands), Kluwer Academic Publishers, 251-265. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4219-9_18

Journal article (must include DOI):

Matés-Barco, Juan Manuel. 2013: "La conquista del agua en Europa: los modelos de gestión (siglos XIX y XX)". *Agua y Territorio*, 1, 21-29. <http://dx.doi.org/10.17561/at.v1i1.1030>

Razzolini, María Tereza Pepe; Günter, Wanda Maria Risso. 2008: "Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água". *Revista Saúde & Sociedade*, 17 (1), 21-32. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902008000100003>

Wolf, Aaron T.; Yoffe, Shira B.; Giordano, Mark. 2003: "International waters: identifying basins at risk". *Water policy*, 5 (1), 29-60. <https://doi.org/10.2166/wp.2003.0002>

Cini, Ricardo; Rosaneli, Caroline; Cunha, Thiago. 2018: "Soberania alimentar na interseção entre bioética e direitos humanos: uma revisão integrativa da literatura". *Revista de Bioética y Derecho*, 42, 51-69.

Thesis:

Riquelme Salazar, Carolina. 2013: *El derecho al uso privativo de las aguas en España y Chile. Un estudio de derecho comparado*, tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (España).

Página web:

Agencia Latinoamericana de Información (ALAI) 2014: *Declaración de Suyul*. <https://www.alainet.org/es/active/77239>

Website:

Agencia Latinoamericana de Información (ALAI) 2014: *Declaración de Suyul*. <https://www.alainet.org/es/active/77239>

Advertencias:

- En el texto, desarrollar todas las abreviaturas empleadas, excepto las ampliamente utilizadas como etc, km, ha....
- Los apartados en el texto no irán numerados, irá su enunciado en minúscula, con interlineado a doble espacio. No se harán subapartados.
- No utilizar negritas en el texto. Las cursivas se utilizarán sólo en palabras de especial interés en el contenido de cada artículo o de otro idioma.
- Use el punto (.) para señalar los millares y la coma decimal (,) para las fracciones decimales.
- Deje un espacio entre la cifra y el porcentaje (58 %) y entre el número y la cifra (núm. 58).
- Cuando se repitan en el artículo citas de una misma obra o trabajos de un mismo autor, remitimos a lo ya indicado. NO usen abreviaturas *Op. Cit., Vid. o Cif. Idem, Ibidem...*
- Es conveniente la utilización de minúsculas en las iniciales de cargos (alcalde, capitán...), títulos (conde...), tratamientos (licenciado...), dejando el uso de las mayúsculas para los casos de instituciones relevantes.
- Las referencias bibliográficas han de ir siempre en notas y no en el texto.
- Los incisos entre guiones deben siempre —como en este ejemplo— marcarse con un guión largo.
- Se evitarán las citas textuales. Si excepcionalmente se incluyen, deberán ser breves y a espacio sencillo, tamaño de letra Times New Roman 10 y con sangrado.

Por ejemplo:

Ante esa condición, el Ayuntamiento mostró su rechazo, argumentando que las aguas que abastecían a la ciudad no tenían precio y no se vendían por cuenta del municipio; sino que eran recogidas o extraídas y conducidas a las fuentes públicas, donde las tomaba todo el mundo: el pobre, el rico y el aguador, quien las repartía a domicilio y al cual no se le pagaba por el

Recommendations:

- In the text, develop all the abbreviations used, except those widely used such as etc., km, ha...
- The sections in the text will not be numbered, their statement will be in lower case, with double spaced. There will be no subsections.
- Do not use bold type in the text. Italics will be used only in words of special interest in the content of each article or in another language.
- Use the full stop (.) to denote the thousands and the decimal comma (,) for the decimal fractions.
- Leave a space between the number and the percentage (58 %) and between the number and the digit (No. 58).
- When quotes from the same work or works by the same author are repeated in the article, we refer to what has already been indicated. DO NOT use abbreviations such as *Op. Cit., Vid. or Cif. Idem, Ibidem...*
- It is convenient to use lowercase letters in the initials of positions (mayor, captain...), titles (count...), treatments (graduate...), leaving the use of capital letters for the cases of relevant institutions.
- Bibliographic references should always be in notes and not in the text.
- Clarifications between dashes should always – -as in this example— be marked with a long dash.
- Textual quotations should be avoided. If they are exceptionally included, they should be brief and single-spaced, Times New Roman 10 font size and indented.

For example:

Ante esa condición, el Ayuntamiento mostró su rechazo, argumentando que las aguas que abastecían a la ciudad no tenían precio y no se vendían por cuenta del municipio; sino que eran recogidas o extraídas y conducidas a las fuentes públicas, donde las tomaba todo el mundo: el pobre, el rico y el aguador, quien las repartía a domicilio y al cual no se le pagaba por el

líquido, sino por su trabajo de acarreo. De tal manera opinaban que:

“Sería ilusorio el beneficio de surtir a la ciudad con 500,000 galones de agua potable, si el agua se hubiera de vender, si esa agua hubiere de ser en muchos casos, para el pobre, el suplicio de Tántalo; ver correr agua en abundancia, tener sed y no poderla saciar por la falta de un centavo con que comprarla. ¿Cómo exigir del pueblo el aseo y la higiene domiciliaria, sin los elementos necesarios para el objeto y de los que ahora dispone gratuitamente, se le habría de suministrar a costa de dinero?”¹.

En Zacatecas, la venta de agua fue uno de los puntos que se topó con la reprobación del municipio, el cual rechazó todo contrato que fijara algún precio por el agua, pues se creía que cualquier iniciativa que fijara un costo por el líquido estaba en contra del progreso y las mejoras de la ciudad.

Normas para el envío de Reseñas

- Las reseñas deberán ir precedidas de todos los datos del libro o trabajo reseñado, siguiendo estos criterios: apellidos del autor en mayúscula, nombre completo, año de edición, título en cursiva, lugar de edición, editorial, número de páginas, ISBN.

Ejemplo:

FERREIRA, Francisco, 2005: *Estado del agua en Costa Rica*. México D.F. (México), Editorial Siglo XXI, 300 págs. ISBN 968-496-500-4.

- Tendrán una extensión máxima de 1.500 palabras y seguirán las normas generales de la revista. El nombre del autor de la reseña figurará al final, seguido de su filiación académica y correo electrónico.
- Se entiende por reseña crítica aquella que contextualiza la obra reseñada, señalando su relevancia y las razones que explican la elaboración de la reseña. Debe señalarse la importancia del tema que aborda y la discusión historiográfica en la que se inscribe, señalando también el contexto en el que aparece la obra en cuestión, enmarcándola en la trayectoria del autor, en el marco de otras obras existentes sobre el tema y relacionándola con la problemática conceptual y metodológica que aborda, así como en función de las fuentes empleadas.
- Las reseñas se enviarán a través de <http://revistas.electronicas.ujaen.es>.

líquido, sino por su trabajo de acarreo. De tal manera opinaban que:

“Sería ilusorio el beneficio de surtir a la ciudad con 500,000 galones de agua potable, si el agua se hubiera de vender, si esa agua hubiere de ser en muchos casos, para el pobre, el suplicio de Tántalo; ver correr agua en abundancia, tener sed y no poderla saciar por la falta de un centavo con que comprarla. ¿Cómo exigir del pueblo el aseo y la higiene domiciliaria, sin los elementos necesarios para el objeto y de los que ahora dispone gratuitamente, se le habría de suministrar a costa de dinero?”¹.

En Zacatecas, la venta de agua fue uno de los puntos que se topó con la reprobación del municipio, el cual rechazó todo contrato que fijara algún precio por el agua, pues se creía que cualquier iniciativa que fijara un costo por el líquido estaba en contra del progreso y las mejoras de la ciudad.

Review Guidelines

- Reviews must be preceded by all the details of the book or work reviewed, following these criteria: author's surname in capital letters, full name in small letters, year of publication, title in italics, place of publication, publisher, number of pages, ISBN.

Example:

FERREIRA, Francisco, 2005: *Estado del agua en Costa Rica*. México D.F. (México), Editorial Siglo XXI, 300 págs. ISBN 968-496-500-4.

- They will have a maximum length of 1,500 words and will follow the general guidelines of the journal. The name of the author of the review will appear at the end, followed by his/her academic affiliation and e-mail address.
- A critical review is understood as one that contextualizes the reviewed work, pointing out its relevance and the reasons that explain the publication of the review. The importance of the topic it addresses and the historiographical discussion in which it is inscribed must be indicated, also identifying the context in which the work in question appears, framing it in the author's career, within the framework of other existing publications on the subject and relating it to with the conceptual and methodological problems it addresses, as well as according to the sources used.
- The reviews will be sent via <http://revistaselectronicas.ujaen.es>.

- El editor de reseñas evaluará la conveniencia de su publicación. Si se desea proponer la reseña de un determinado libro. Éste deberá enviarse por correo a la siguiente dirección postal: Dr. Juan Manuel Matés-Barco. Departamento de Economía. Campus Las Lagunillas, s/n. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad de Jaén. 23071 Jaén. España. También se podrá enviar copia digital del libro al correo electrónico revista-at@ujaen.es
- The review editor will evaluate whether the review it is appropriate to be published. To propose the a review of a certain book, it should be sent by mail to the following postal address: Dr. Juan Manuel Matés-Barco. Departamento de Economía. Campus Las Lagunillas, s/n. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad de Jaén. 23071 Jaén. España. A digital copy of the book can also be sent to the email revista-at@ujaen.es

Normas para la entrega de originales de la sección Entrevistas / Relatos de Experiencia; Eventos / Proyectos y Opinión

Los artículos tendrán un máximo de 5.000 palabras y se atenderán a las normas del resto de las secciones. De forma excepcional se podrán aceptar aportaciones con mayor extensión.

Guidelines for the submission of manuscripts in the Interviews/ Case Reports section; Events/ Projects and Opinion

The contributions will have a maximum of 5,000 words and will follow the rules of the rest of the sections. Exceptionally, longer contributions may be accepted.

Revista semestral patrocinada por el Seminario Permanente Agua, territorio y Medio Ambiente (CSIC) y editada por la Universidad de Jaén. Dirigida a la comunidad científica desde varias perspectivas científicas. Son de interés los enfoques históricos, económicos, territoriales y sociales, que posibilitan los estudios sobre el agua en el ámbito iberoamericano y mediterráneo.

Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL) consta esencialmente de tres secciones:

- ▶ **Dossier:** artículos relacionados con una temática común
- ▶ **Miscelánea:** artículos de temática libre
- ▶ **Reseñas y otras secciones:** Documentos y Archivos, Entrevistas, Relatos de experiencia, eventos, Proyectos, y Opinión

La Revista considera solo trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente.

Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL) quiere servir como instrumento para la concertación entre grupos sociales y gobiernos que se ven involucrados en los numerosos conflictos y disputas por la utilización del agua, la búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo y la promoción de alternativas posibles para contener el deterioro de los ecosistemas. Por su temática y por la proyección iberoamericana y mediterránea de la revista, tiene una clara vocación internacional que se refleja en su Consejo Asesor y de Redacción.

Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL) centra su atención en varios aspectos vinculados al agua: políticas públicas, participación ciudadana, modelos de desarrollo y medioambientales, paisaje, memoria, salud y patrimonio hidráulico. Publica y difunde trabajos que alientan los intercambios de experiencias de cualquier país o continente. Pretende ser una plataforma de estudios sobre el agua capaz de recoger realidades muy diversas, con peculiaridades económicas, sociales, culturales y ambientales muy definidas y heterogéneas.

Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL) aspira a ser recogida en los más exigentes repertorios y bases de datos bibliográficas por lo que desde su primer número cumple los requisitos en esta materia.

Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL) se encuentra incorporada a:

Scopus®



Dialnet

dialnet.unirioja.es/



REBIUN

Red de Bibliotecas Universitarias

www.rebiun.org

MIAR 2015 Live

miar.ub.edu

Matriz de Información para el Análisis de Revistas

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico

www.redib.org



<https://mj.l.clarivate.com/search-results>



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

<http://www.latindex.unam.mx>



<http://www.accesodirecto.net/dulcinea/>

Derechos de explotación y permisos para el auto-archivo de revistas científicas españolas



<https://dev.sherpa.ac.uk/romeo/search.php?issn=2340-8472&type=issn&la=en&flDnum=|&mode=simple>



Clasificación Integrada de Revistas Científicas

<https://clasificacioncirc.es/inicio>

Google Académico

<https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=K1Cjk-sAAAAJ>



Editorial

Fátima Velez de Castro, Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Andréa Aparecida Zacharias, Tatiana Aparecida Moreira

La geografía del paisaje
The geography of landscape

7

Dossier

Messias Modesto dos Passos, Diogo Laércio Gonçalves, Juliane Maistro

Por una análisis de la fisiología del paisaje aplicado al Pontal do Paranapanema
For an analysis of landscape physiology applied to Pontal do Paranapanema

13

Lidiane Perbelin Rodrigues, Charlei Aparecido da Silva

Geosistemas regionales de la Unidad de Planificación y Gestión (UPG) Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil
Regional geosystems of the Miranda Planning and Management Unit (UPG), Mato Grosso do Sul, Brazil

27

Sidnei Luis Bohn Cass, Dieison Morozoli da Silva, Sidney Ferreira de Arruda

La lectura y representación del paisaje rural como instrumento de gestión municipal
The reading and representation of the rural landscape as an instrument of municipal management

43

Silvia Elena Ventrini, Ana Luísa Teixeira, Davy Francisco Braz Rabelo, Evelyn Márcia Póssa, Múcio do Amaral Figueiredo, Leonardo Cristian Rocha, Jean Euzebio Lima Oliveira, Rafael Quetz, Paula dos Santos Silva

Mapeo de comunidades ribereñas en Tefé - Amazonas - Brasil
Mapping riverside communities in Tefé - Amazonas - Brazil

57

Thiago Azevedo, Lindon Fonseca Matias

Mapeo de uso y ocupación del suelo urbano: propuesta de sistema de clasificación con teledetección
Urban land use and land cover mapping: proposal of a classification system with remote sensing

73

Mara Lígia Scotton de Carvalho

Transformaciones socioespaciales y la apropiación territorial de la región Ipeúna, estado de São Paulo, Brasil
Socio-spatial transformations and territorial appropriation of Ipeúna, state of São Paulo, Brazil region

83

Elias Vitor Rosa dos Santos, Izaias de Souza Silva, Diego Tarley Ferreira Nascimento, Marta Pereira da Luz

Aplicación de índices espectrales en la evaluación de la entrada de sedimentos a los embalses de las centrales hidroeléctricas Itumbiara y Batalha
Application of spectral indexes in the evaluation of sediment input to the reservoirs of the Itumbiara and Batalha hydroelectric power plants

99

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo, Letícia Ferreira da Silva, João Alberto Fischer Filho

Google Earth Engine aplicado al mapeo de precipitaciones en Triângulo Sul Mineiro - Brasil
Google Earth Engine applied to rainfall mapping in Triângulo Sul Mineiro - Brazil

111

Raiany Cristina Ribeiro Santos, Amiel Araújo Soares Santos, Patrícia de Araújo Romão, Ivanilton José de Oliveira

Vulnerabilidad ambiental y potencial de pérdida de suelo alrededor de atractivos turísticos en paisajes del Cerrado
Environmental vulnerability and the potential for soil loss around tourist attractions in Cerrado landscapes

123

Elfany Reis do Nascimento Lope, Caroline Coutinho de Oliveira

La cuenca de agua y su topografía: implicaciones en el paisaje del Rio dos Mangues, Bahía, Brasil
The river basin and its topography: landscape implications of Mangues river, Bahia, Brazil

137

Izaias de Souza Silva, Diego Tarley Ferreira Nascimento

Variabilidad de la vegetación según el régimen de precipitación alrededor del embalse Central Hidrelétrica Itumbiara - Brasil
Variability of vegetation spectral indexes according to rainfall regime around the Itumbiara Hydeléctric Power Plant reservoir - Brazil

149

Rafael Vilela de Andrade, Cenira Maria Lupinacci

Análisis de la densidad de formas erosivas lineales como complemento al estudio del paisaje
Analysis of the density of linear erosive features as a subsidy to the study of the landscape

157

Estêvão Botura Stefanuto, Cenira Maria Lupinacci

El uso de imágenes de alta resolución en la elaboración de mapas de paisajes afectados por la erosión
The use of high resolution images in mapping of landscapes affected by erosion

171

Higor Lourenzoni Bonzanini, Cenira Maria Lupinacci

La cartografía morfométrica del relieve como subsidio al estudio del paisaje
The morphometric cartography of relief as a subsidy to the study of the landscape

181

Francisco Rodríguez Lestegás, Tania Riveiro Rodríguez, Francisco José Armas Quintá, José Carlos Macía Arce

Del estudio del paisaje a la educación en paisaje: investigación y formación del profesorado de educación primaria (6-12 años)
From the study of landscape to landscape education: research and teacher training for primary education (6-12 years)

193

Miscelánea

Aida Pinos Navarrete, Cristina Domingo Jaramillo, Juan Carlos Maroto Martos

Gestión del régimen jurídico y titularidad de las aguas del balneario de Alhama de Granada (España): un recurso territorial turístico a debate
Management of the legal regime and ownership of the waters of the Alhama de Granada spa (Spain): a territorial tourist resource under debate

207

Darío Salinas Palacios

Compartiendo el agua en la cuenca internacional del río Tajo: un enfoque geopolítico para explicar los problemas de la gobernanza del agua en España
Sharing water in the international Tagus River basin: a geopolitical approach to explaining water governance issues in Spain

223

Delia Montero Contreras, Jorge Hernández Gutiérrez

Entorno institucional y mercado del agua embotellada en México en tiempos del Covid-19
Institutional environment and bottled water market in Mexico during Covid-19 times

239

Marcelo dos Santos Ferreira, João Gomes de Siqueira, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, David de Andrade Costa

Análisis de las políticas públicas municipales de pago por servicios ambientales hídricos a través del Índice de Evaluación de Políticas Públicas
Analysis of municipal public policies for payment for water environmental services through the Public Policy Assessment Index

257

Ana Bertha García Bravo, Javier Ramírez Juárez, Manuel Roberto Parra Vázquez

La reciprocidad en el manejo del agua y la reproducción del gobierno local indígena en el mundo Náhuatl
The reciprocity in water management and the reproduction of indigenous local government in the Nahuatl world

279

Álex Boso, María Fernanda Millán, Luz Karime Sánchez Galvis

Gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en un contexto altamente privatizado
Community governance of rural drinking water systems in a highly privatised context

297

Reseñas bibliográficas

Salvador Calatayud Giner

PERIS ALBENTOSA, Tomás, 2019: Enciclopèdia del regadiu històric valencià. Infraestructures hidràuliques i distribució de l'aigua

313

Normas de publicación / *Journal policies*

317