

## 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 local<sup>1</sup>. 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 Zarth<sup>2</sup> 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 análise<sup>3</sup>.

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 %<sup>4</sup>, 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 apropriação<sup>5</sup>. 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 natureza<sup>6</sup>.

Para Costa et al.<sup>7</sup> 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)<sup>8</sup> 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 mapas<sup>9</sup>. 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.<sup>10</sup> o método permite um zoneamento do território de forma a identificar zonas mais recomendadas para

<sup>5</sup> Verdum; Fontoura, 2009, 10.

<sup>6</sup> Verdum; Fontoura, 2009, 10.

<sup>7</sup> Costa et al., 2017a; 2017b.

<sup>8</sup> FEAM-MG, 2020.

<sup>9</sup> Costa et al., 2019b.

<sup>10</sup> Costa et al., 2017a; 2017b.

<sup>1</sup> Gass; Silva; Arruda, 2022.

<sup>2</sup> Callai; Zarth, 1997, 11.

<sup>3</sup> Callai; Zarth, 1997, 11.

<sup>4</sup> IBGE, 2010.

o uso agrícola e aquelas que necessitam de medidas de conservação e proteção ambiental mais eficazes<sup>11</sup>.

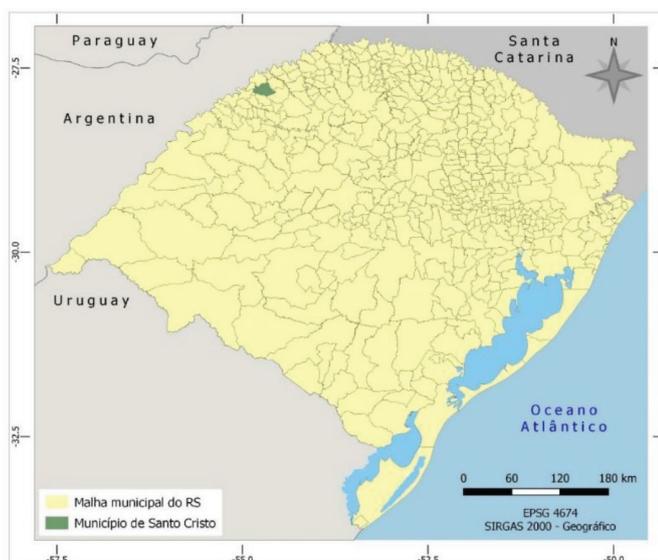
Um aparato teórico-metodológico importante para a compreensão das estruturas agrárias municipais é a teoria dos sistemas agrários, desenvolvida por Mazoyer e Roudart<sup>12</sup>. De acordo com Silva-Neto e Basso<sup>13</sup>, o objetivo da teoria é servir de instrumento de análise da evolução histórica 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 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 95 % são de área rural. De acordo com o censo demográfico de 2010<sup>14</sup>, 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 Bernardes<sup>15</sup>, 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 Bernardes<sup>16</sup>, 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.

<sup>11</sup> Gass et al., 2019.

<sup>12</sup> Mazoyer; Roudart, 1997.

<sup>13</sup> Silva-Neto; Basso, 2005, 18.

<sup>14</sup> IBGE, 2010.

<sup>15</sup> Bernardes, 1997, 74.

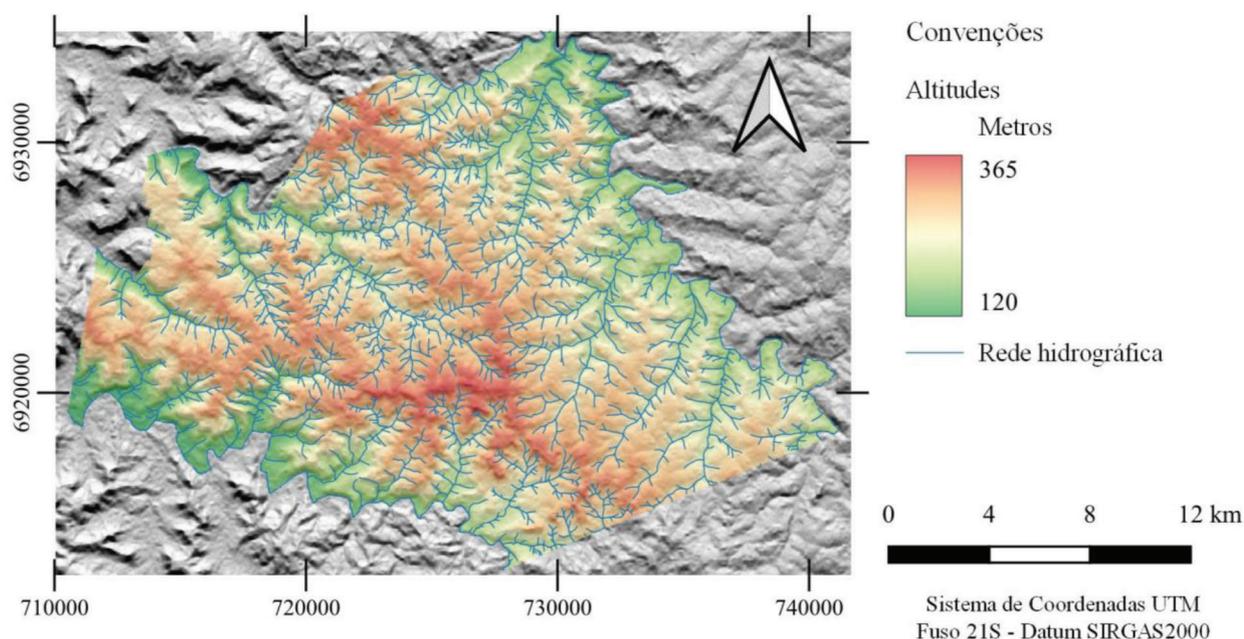
<sup>16</sup> Bernardes, 1997, 74.

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 3.16.14<sup>17</sup>, 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.<sup>18</sup> –que trazem a ponderação das variáveis a serem utilizadas no cálculo do PUC– e Costa et al.<sup>19</sup> –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 detalhes das categorias de cada grupo de dados e os valores atribuídos para cada variável.

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)<sup>20</sup>.

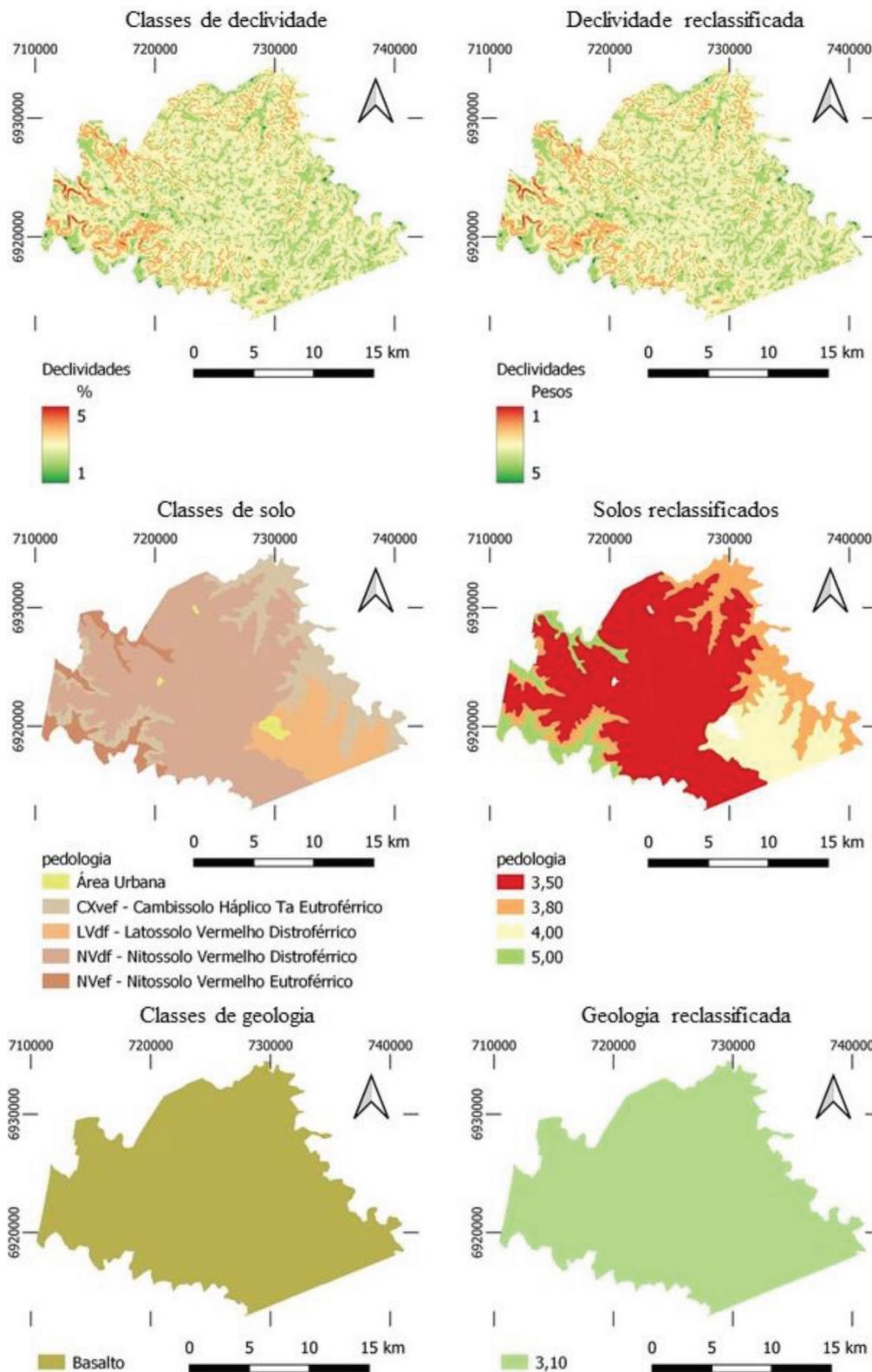
<sup>17</sup> QGIS.org, 2022.

<sup>18</sup> Costa et al., 2017a.

<sup>19</sup> Costa et al., 2017b; 2017c.

<sup>20</sup> 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”<sup>21</sup>. Dada a subjetividade inerente a comparações qualitativas entre diferentes tipos de solo, litologia e pedologia, foi então empregada a escala de importâncias apresentada por Saaty<sup>22</sup>, 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 dela<sup>23</sup> demonstram que as ponderações seguem um determinado padrão, optou-se em aplicar os índices de ponderação adotados por Silva<sup>24</sup>, 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 al<sup>25</sup>.

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 MapBiomias<sup>26</sup>. Da mesma forma, os dados dos limites das propriedades rurais cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR)<sup>27</sup> foram organizados para auxiliar na análise proposta. As unidades geomorfológicas<sup>28</sup> 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

<sup>21</sup> Costa et al., 2017a, p. 120.

<sup>22</sup> Saaty, 1977.

<sup>23</sup> Costa et al., 2019a; 2019b. Gass et al., 2019. Aquino et al., 2020. Silva, 2022.

<sup>24</sup> Silva, 2022.

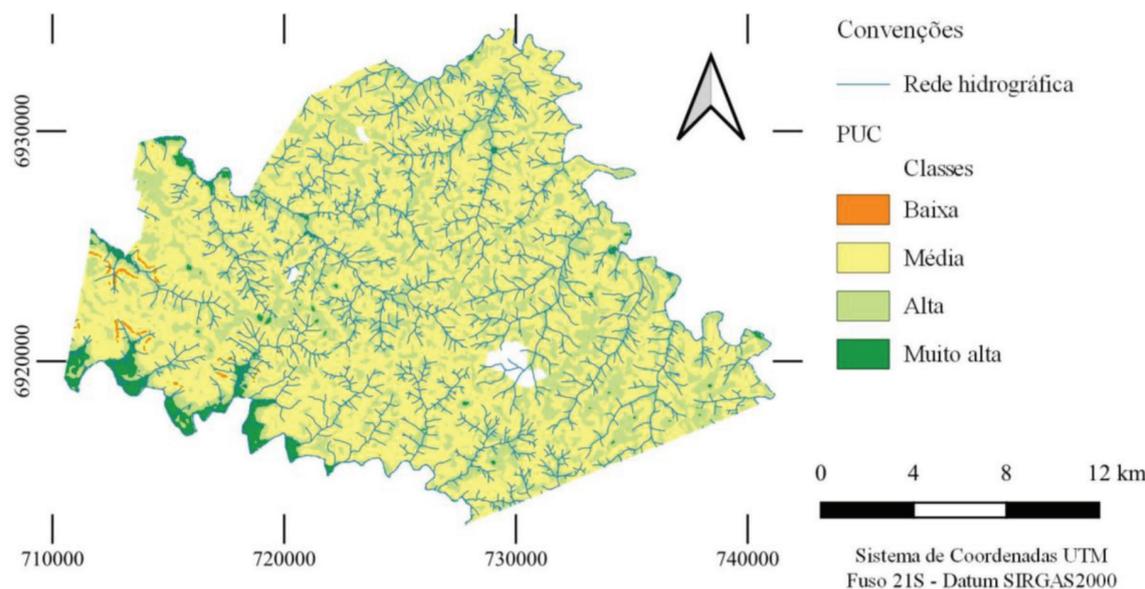
<sup>25</sup> Gass et al., 2019.

<sup>26</sup> MapBiomias, 2021.

<sup>27</sup> SFB, 2021.

<sup>28</sup> 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
<b>Total (1)</b>		<b>36.285,24</b>	<b>100,00</b>

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

Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

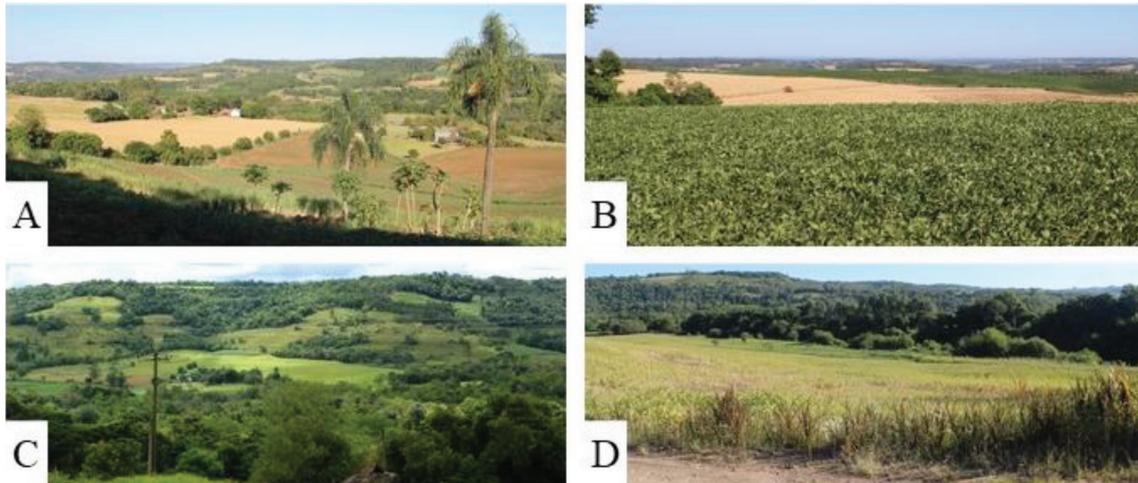
alta fertilidade. O PUC apresentou um resultado que demonstra que 69,21% da área possui um potencial médio, com boa distribuição nas áreas de Nitossolo Vermelho Distroférico. Contudo, sua distribuição é bastante homogênea em todo o território analisado, sendo sua fisionomia representada pelas Figuras 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 federal<sup>29</sup> 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

<sup>29</sup> 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.<sup>30</sup>, 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 Szlafsztein<sup>31</sup>.

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 Santos<sup>32</sup>, 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.

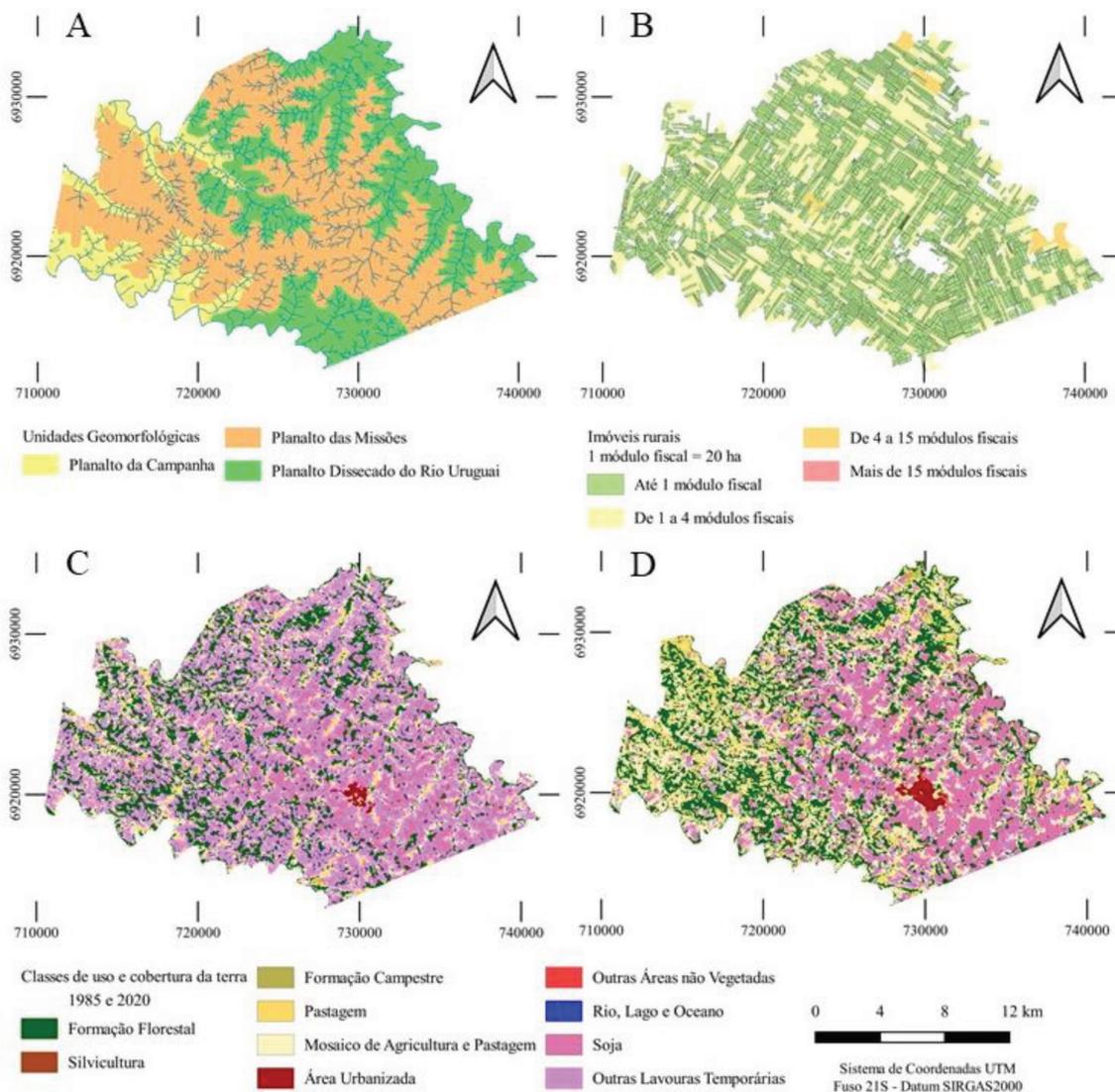
A partir desses dados, é possível verificar o direcionamento das atividades produtivas em função dos recursos naturais existentes, em especial dos solos, das declividades e da disponibilidade de água. Também é notória a alteração de usos da terra entre 1985 e 2020. Se, por um lado há uma predominância 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

<sup>30</sup> Trujillo et al., 2023.

<sup>31</sup> Cardozo, Diniz e Szlafsztein, 2023.

<sup>32</sup> 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](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](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](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/](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/](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/](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>