

## Usos múltiples da água e contexto do território da bacia hidrográfica do rio Marapanim - PA, Brasil

*Multiple uses of water and territory context of the Marapanim river basin - PA, Brazil*

**Jéssica Cristina Conte da Silva**

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Belém, Pará. Brasil

jessicacris07@hotmail.com

 ORCID: 0000-0001-7686-572X

**Aline Maria Meiguins de Lima**

Universidade Federal do Pará. (UFPA)

Belém, Pará. Brasil

alinemeiguins@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-0594-0187

**Bruno Silva de Holanda**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Belém, Pará. Brasil

bruno.s.holanda@gmail.com


 ORCID: 0000-0002-6599-3723

**Juliane da Costa Cavalcante**

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Belém, Pará. Brasil

julianecosta63@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-8013-3764

### Información del artículo

**Recibido:** 22/08/2023

**Revisado:** 14/10/2024

**Aceptado:** 15/11/2024

**Online:** 04/06/2025

**Publicado:** 10/10/2025

**ISSN** 2340-8472

**ISSNe** 2340-7743

**DOI** 10.17561/at.28.8240

 CC-BY

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

### RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi caracterizar os usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio Marapanim (PA), segundo o consumo nas sedes municipais de Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta na perspectiva do conceito de território hídrico. Como resultado destaca-se que em todos os municípios a demanda hídrica é mais significativa para os setores da agricultura, criação de animais e abastecimento humano. A bacia do rio Marapanim não possui monitoramento quantitativo das águas (vazão e nível), sendo presente apenas o pluviométrico por estações automáticas. A ausência de monitoramento sistemático próximo as sedes conduzem a uma zona de incerteza da real estimativa de disponibilidade e demanda hídrica para região.

**PALAVRAS CHAVE:** Uso da água, Território Hídrico, Sedes municipais, Rio Marapanim.

### ABSTRACT

The objective of this research was to identify the multiple uses of water in the Marapanim River Basin (PA) according to consumption in the municipalities of Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará and Terra Alta, from the perspective of the water territory concept. It uses the hydroterritory concept. The methodology consisted of analysing descriptive statistics using primary and secondary data. The results show that water demand for agriculture, livestock and human services is more important in all municipalities. The Marapanim basin has no quantitative water monitoring (flow and level), only rainfall through automatic stations. The lack of systematic monitoring close to the Headquarters leads to a zone of uncertainty regarding the actual estimated water availability and demand for the region.

**KEYWORDS:** Water Use, Water Territory, Municipal Offices, Marapanim River.

## *Múltiples usos del agua y contexto del territorio de la cuenca hidrográfica del río Marapanim - PA, Brasil*

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue caracterizar los usos múltiples del agua en la cuenca del río Marapanim (PA), según el consumo en los municipios de Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará y Terra Alta desde la perspectiva del concepto de territorio acuático. Como resultado, se destaca que en todos los municipios la demanda de agua es más significativa para los sectores agrícola, ganadero y abastecimiento humano. La cuenca del río Marapanim no cuenta con monitoreo cuantitativo del agua (caudal y nivel), existiendo únicamente pluviómetros mediante estaciones automáticas. La falta de seguimiento sistemático cerca de la sede genera una zona de incertidumbre sobre la estimación real de la disponibilidad y demanda de agua para la región.

**PALABRAS CLAVE:** Uso del agua, Territorio del agua, Oficinas Municipales, Río Marapanim.

## *Usages multiples de l'eau et contexte du territoire du bassin de la rivière Marapanim - PA, Brésil*

### RÉSUMÉ

Le but de cette étude était d'explorer les différentes applications de l'eau dans le bassin fluvial de Marapanim (PA), englobant sa consommation à Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, So Francisco do Pará et Terra Alta, du point de vue d'être un territoire de l'eau. En conséquence, il est évident que dans toutes les communes, la demande d'eau est plus importante pour les secteurs de l'agriculture, de

l'élevage et de l'approvisionnement humain. Le bassin du fleuve Marapanim ne dispose pas de suivi quantitatif de l'eau (débit et niveau), avec uniquement des pluviomètres utilisant des stations automatiques. L'absence de suivi systématique au siège entraîne une zone d'incertitude quant à l'estimation réelle de la disponibilité et de la demande en eau pour la région.

**MOTS-CLÉS:** Utilisation de l'eau, Territoire de l'eau, Sièges municipaux, Rivière Marapanim.

## *Molteplici usi dell'acqua e contesto del territorio del bacino del fiume Marapanim - PA, Brasile*

### SOMMARIO

L'obiettivo di questa ricerca era di caratterizzare i molteplici usi dell'acqua nel bacino del fiume Marapanim (PA), secondo il consumo nei distretti municipali di Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta dal punto di vista del concetto di territorio acquatico. Di conseguenza, si evidenzia che in tutti i comuni la domanda di acqua è più significativa per i settori dell'agricoltura, dell'allevamento e dell'approvvigionamento umano. Il bacino del fiume Marapanim non dispone di un monitoraggio quantitativo dell'acqua (portata e livello), con solo pluviometri che utilizzano stazioni automatiche. La mancanza di un monitoraggio sistematico vicino alla sede porta a una zona di incertezza riguardo alla stima reale della disponibilità e della domanda di acqua per la regione.

**PAROLE CHIAVE:** Uso dell'acqua, Territorio dell'acqua, Sedi comunali, Fiume Marapanim.

## Introdução

A água é um dos recursos naturais de maior importância, sendo imprescindível para garantir a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico e social da população, além de ser componente da paisagem e do meio ambiente<sup>1</sup>. Porém, a exploração insustentável desse recurso vem apresentando cada vez mais sinais de degradação, que afetam a segurança hídrica de diversas bacias hidrográficas; incluindo a constante ameaça de escassez associada as alterações climáticas, e consequente reflexo na disponibilidade e demanda hídrica<sup>2</sup>.

Nos últimos anos, o crescimento desordenado das cidades, o uso inadequado do solo e a falta de um planejamento territorial eficaz têm causado grandes mudanças nas bacias hidrográficas<sup>3</sup>. Essas mudanças alteram a paisagem e geram conflitos sobre como o território é utilizado, afetando diretamente o ciclo da água e a maneira como gerenciamos nossos recursos hídricos<sup>4</sup>.

A expansão das cidades associada a redução da qualidade da água, conduz a cenários que geram problemas sociais e econômicos, onde os conflitos pelo uso das águas passam a ser recorrentes da sua multiplicidade e finalidade diversa<sup>5</sup>. Estudos feitos no âmbito das bacias hidrográficas do estado de São Paulo, apontam que a expansão urbana e a ocupação caótica, sem considerar a industrial, correspondem a apenas por 37 % da demanda, mas contribuem com 56 % das cargas poluidoras (tDBO/dia) nos mananciais<sup>6</sup>.

Esse é um padrão recorrente no Brasil, onde o processo de urbanização atrelado a falta de saneamento básico implicam em insustentabilidade, afetando diretamente a qualidade dos recursos hídricos<sup>7</sup>. O mesmo é observado na bacia hidrográfica do rio Marapanim, localizada no estado do Pará, inserida na mesorregião do nordeste paraense; considerada a mais antiga em colonização da Amazônia, refletindo uma paisagem intensamente antropizada<sup>8</sup>.

O aumento da demanda e redução da disponibilidade da água intensificam o conflito pelo seu uso. A utilização da água nos seus diferentes usos, seja nas atividades

rurais e urbanas, acabam alterando a forma natural dos rios e reservatórios<sup>9</sup>. Por isso, a importância de políticas e sistema gestão integrada dos recursos hídricos, que tenham como base a sustentabilidade, alocação, monitoramento e compatibilização dos diferentes usos, face a objetivos sociais, econômicos e ambientais<sup>10</sup>.

Segundo a Agencia Nacional de Águas (ANA) os usos múltiplos da água são classificados como consuntivos e não consuntivos. Os usos consuntivos são aqueles que retiram água do manancial para sua destinação, como a irrigação, a utilização na indústria e o abastecimento humano; estes exigem melhores padrões de qualidade da água<sup>11</sup>.

Os usos não consuntivos, não demandam padrões rígidos de qualidade, pois não envolvem o consumo direto da água, embora não se possa dispensar um mínimo de qualidade e de características estéticas, sobretudo em relação à sua função paisagística; citam-se como exemplos: o uso para a recreação e lazer, transporte, navegação e a geração de energia hidrelétrica<sup>12</sup>.

Desta forma, as relações entre a dinâmica de ocupação do território e o aumento da demanda pela água favorecem a aplicação do conceito de território hídrico ou hidroterritório. Este corresponde ao espaço onde a água é uma exerce uma função fundamental, em decorrência dos fatores de disponibilidade (quantidade e qualidade), apropriação e acessibilidade. Dessa forma, a água é indispensável para manter relações sociais e atividades protetivas, articulando situações de conflito e tensão, segundo as suas distintas modalidades de utilização<sup>13</sup>.

O emprego do termo “território” associado ao contexto da gestão da bacia hidrográfica justifica-se pela condição dos “fluxos de água” e “sistemas de usos da água” serem elementos mediados pela governança social, infraestrutura hidráulica e intervenções humanas que entrelaçam o biofísico, o tecnológico, o social e o político<sup>14</sup>. Logo, a defesa de territórios baseados na gestão das águas, como bacias hidrográficas, é frequentemente complexa, pois o coletivo de usuários de água, embora internamente diferenciado, exige uma identidade comum conectada às suas fontes de água, um sistema normativo compartilhado e um espaço de controle territorial.

<sup>1</sup> Andrade et al., 2008.

<sup>2</sup> Nascimento, 2011.

<sup>3</sup> Medeiros; Santos, 2024.

<sup>4</sup> Trujillo et al., 2022.

<sup>5</sup> Poletto, 2014.

<sup>6</sup> Carvalho; Braga, 2001.

<sup>7</sup> Grostein, 2001.

<sup>8</sup> Andrade et al., 2008.

<sup>9</sup> Nascimento, 2011.

<sup>10</sup> Cavalcanti; Marques, 2016.

<sup>11</sup> ANA, 2019.

<sup>12</sup> ANA, 2019.

<sup>13</sup> Obregón, 2013.

<sup>14</sup> Boelens et al., 2016.

Os territórios hídricos são continuamente reconfigurados em termos de suas fronteiras, elementos e inter-relações, por diferentes atores, dependendo seus respectivos interesses, se tornando um conceito útil para exploração da trajetória de intervenção de projetos hídricos (ex. transposições), objetivando a construção de governança da água<sup>15</sup>.

A relação demanda e disponibilidade hídrica também pode ser interpretada por meio dos “territórios hidrossociais” estes representam o reconhecimento de espaços geográficos, que no contexto hídrico refletem a governança das águas e os conflitos existentes<sup>16</sup>. A abordagem integrada é necessária pois, tratando-se do contexto bacia hidrográfica, a compreensão da demanda hídrica afeta todo o processo econômico dos municípios envolvidos, uma vez que a água é um insumo importante para o consumo produtivo e humano. Em ambos os casos o fator qualidade das águas intervêm, como já observado em diversas regiões da faixa estuarina da Amazônia Oriental (estado do Pará), como observado nas bacias dos rios Caeté<sup>17</sup>, Curuçá<sup>18</sup> e Marapanim<sup>19</sup>.

A região estuarina da Amazônia Oriental apresenta uma forte pressão econômica e social em função das atividades industriais e portuárias existentes, além do forte atrativo turístico que impacta diretamente o saneamento básico dos municípios envolvidos. Tais fatores, contrastam com a presença de uma ampla cobertura de manguezais e de ambientes de sensibilidade ecológica, onde são necessárias práticas conservacionistas que visem a manutenção dos ecossistemas existentes<sup>20</sup>.

Admitindo as condições de uso da terra no nordeste do estado do Pará (Brasil) e sua intrínseca relação com o ambiente definido pelas bacias hidrográficas componentes, este trabalho teve por objetivo caracterizar os usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio Marapanim (PA), segundo o consumo urbano (sedes municipais de Castanhal, Igarapé - Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta). O quadro final foi avaliado na perspectiva do conceito de território hídrico, considerando as relações existentes de demanda, as condições de disponibilidade e pressões exercidas sobre os recursos hídricos. A principal contribuição está na

identificação do cenário atual, como proposta para ações de governança das águas, e subsídio à gestão costeira dos municípios componentes da região estuarina da Amazônia Oriental.

## Metodologia

### Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Marapanim (Figura 1) está localizada no estado do Pará, na Mesorregião Nordeste Paraense, inserida na Macrorregião Hidrográfica Costa Atlântica Nordeste Ocidental, Sub-região Hidrográfica Costa Atlântica. Com uma área de 2.101 km<sup>2</sup>, abrangendo 12 municípios, Castanhal, Curuçá, Igarapé-Açu, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Santa Isabel do Pará, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, São Francisco do Pará, Terra Alta e Vigia. Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se o critério dos municípios que apresentam sua sede municipal dentro da área da bacia. Assim, as cidades selecionadas foram Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta.

Por estarem inseridas na mesma bacia hidrográfica, as cidades analisadas apresentam características físicas semelhantes. A hidrografia das cidades tem influência direta no rio Marapanim, que é o principal curso d'água da bacia do rio Marapanim. Considerando a sua extensão total da nascente principal (a noroeste da sede do município de Castanhal) até a foz (na baía do Marapanim), totaliza cerca de 128 km. Seus principais afluentes são os rios Maú e Paramaú<sup>21</sup>.

O município de São Francisco do Pará tem como principal curso d'água braço direito do rio Marapanim, cujo afluente direto é o Igarapé-Açu, que está localizado próximo a sede municipal de Igarapé-Açu. Já o município de Terra Alta tem o perímetro urbano da cidade delimitado pelo braço esquerdo do rio Marapanim, ao sul, que dá origem a vários balneários da cidade<sup>22</sup>. Segundo a classificação de Köppen-Geiger o clima da bacia hidrográfica do rio Marapanim é classificado como *Am*, temperatura média, durante todo o ano, em torno de 28°C. A precipitação anual é elevada, com forte concentração entre os meses de dezembro a maio e sendo mais baixa de junho a novembro<sup>23</sup>.

<sup>15</sup> Rocha López et al., 2019.

<sup>16</sup> Ferreira et al., 2023.

<sup>17</sup> Ortiz et al., 2004; Monteiro et al., 2016; Pereira et al., 2021.

<sup>18</sup> Mourão et al., 2020.

<sup>19</sup> Silva et al., 2009.

<sup>20</sup> Vilhena et al., 2010; Matos et al., 2022; Montes et al., 2023.

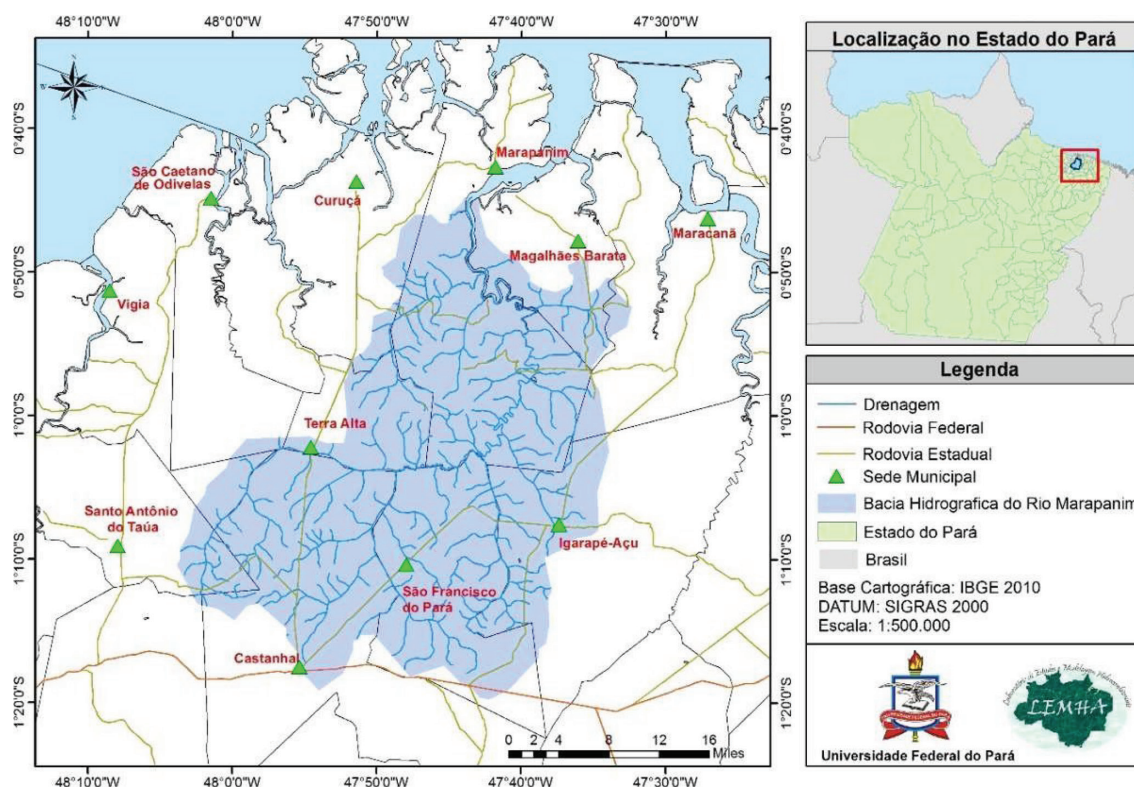
<sup>21</sup> Teixeira, 2015. Santos et al., 2020.

<sup>22</sup> FAPESPA, 2016a.

<sup>23</sup> Santos et al., 2020.



Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

No que diz respeito as dinâmicas econômicas, as sedes municipais são distintas. A cidade de Castanhal foi uma das primeiras cidades desse eixo, com uma economia voltada para o setor alimentício, sendo um importante polo industrial que abastece e mantém estreita ligação com a capital do Estado, abastecendo-os, bem como comercializando-os com o restante do Brasil<sup>24</sup>. A implantação da rodovia Belém - Brasília beneficiou diretamente o município de Castanhal, que ficou conhecido como uma área de entreposto comercial agrícola, tornando-se o centro comercial mais importante na região<sup>25</sup>.

O município de São Francisco do Pará, antes conhecido com Anhangá, teve seu povoamento iniciado a partir da Estrada de Ferro Belém - Bragança. Fez parte dos territórios de Castanhal e Igarapé-Açu. Até que em 1944 passou a ter status de município<sup>26</sup>. A principal economia vem da agropecuária, seguido de indústria e serviços administrativos.

O município de Igarapé-Açu também teve sua colonização com a implantação da estrada de Ferro

Belém - Brasília. A economia do município apresenta um padrão produtivo, marcado pelo aumento crescente de produtos de valor no mercado, como a pimenta-do-reino, maracujá e dendê; ao mesmo tempo em que permaneceu a produção de cultivos tradicionais como milho, arroz, feijão e a mandioca, principais produtos da lavoura temporária<sup>27</sup>.

É importante ressaltar que além do desenvolvimento urbano por meio de vias terrestres, o nordeste paraense teve sua organização e arranjo sócio espacial ligado aos quilômetros de rios navegáveis e aos inúmeros igarapés, ao longo dos quais surgiram as vilas e povoados, que deram origem a cidades conectadas através da dinâmica fluvial, onde as embarcações significavam o principal meio de transporte<sup>28</sup>. Assim, os municípios de Marapanim e Terra Alta tiveram seus povoados construídos as margens do rio Marapanim e do braço esquerdo do rio Marapanim, respectivamente<sup>29</sup>.

O município de Marapanim apresenta uma localização litorânea dividida em região praiana e sede

<sup>24</sup> Bahia; Garvão, 2015.

<sup>25</sup> Rodrigues; Vieira, 2017.

<sup>26</sup> Rocha López et al., 2019.

<sup>27</sup> Miranda, 2012.

<sup>28</sup> Santos et al., 2020.

<sup>29</sup> FAPESPA, 2016. Terra Alta, 2018.

municipal, onde as comunidades do litoral são caracterizadas pelas atividades agrícolas e extrativistas, principalmente, a agricultura, o extrativismo de crustáceos e moluscos, a mariscagem e a pesca artesanal para fins de aquisição de alimentos e renda, além de outras formas de uso e apropriação dos recursos naturais<sup>30</sup>.

Já o município de Terra Alta, tem como base econômica a agricultura familiar e as principais culturas de subsistência são: mandioca, feijão, milho e arroz, notadamente a primeira que detém primazia sobre as demais. A pecuária está restrita a médios produtores, sendo esses situados em uma faixa pouco significativa, se comparada ao universo existente, que em sua maioria são lavradores<sup>31</sup>.

## Material e Métodos

Na caracterização dos usos múltiplos da água foi realizado o levantamento de dados primários e secundários sobre os usuários de água da bacia hidrográfica do rio Marapanim. Para a coleta de dados primários, foram consultados os órgãos gestores das sedes de Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta, onde foi aplicado um questionário semiestruturado que abordou questões sobre saneamento básico, problemas ambientais relacionados ao consumo e uso da água.

A coleta de dados secundários foi feita junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>32</sup>, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Sustentabilidade (SEMAS), Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e Fundação Amazônica de Amparo e estudos e Pesquisas (FAPESPA). É importante ressaltar que, para a formulação dos resultados foram utilizados tantos os dados das sedes municipais, quanto os dados gerais do município.

A partir dos dados de SNIS (População total; População urbana; População urbana atendida por abastecimento de água; e Consumo médio *per capita* de água em l/hab.dia) foi avaliado o consumo médio da população urbana atendida para as sedes municipais de 2008 até 2018; e estimado o consumo médio (m<sup>3</sup>/dia) com o aumento da população urbana atendida até o ano 2028.

Para o cálculo da estimativa foi utilizada a equação 1, admitindo a população total (*Pt*) que gerou uma taxa de crescimento, tendo sido aplicada para os anos seguintes até 2028; admitindo *vi* como as variáveis relativas ao consumo de água (m<sup>3</sup>/dia), para o mesmo período:

$$TaxadeCrescimento = \frac{\sum_{2008}^{2018} v_i}{Pt_{2018} - Pt_{2008}} \quad (1)$$

Com isso, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e classificados, conforme os usos da água consultivos. Para a análise dos territórios hídricos (ou hidroterritórios), foi considerado a classificação de Ferreira<sup>33</sup>, que define em três tipos, conforme apresenta do no Tabela 1.

## Resultados e discussão

As sedes municipais de Castanhal, Marapanim e São Francisco do Pará são abastecidas pela companhia estadual, enquanto a Igarapé-Açu e Terra Alta são abastecidas pela Prefeitura (Tabela 2)<sup>34</sup>. A sede de Castanhal possui um sistema de abastecimento de água (SAA) com 14 unidades operacionais, onde 11 são integradas e atendem a área central da sede, e outras três isoladas (independentes) que contemplam as áreas periféricas. O SAA não utiliza água de mananciais superficiais, somente subterrâneos, produzindo um volume total de 22.470 m<sup>3</sup>/dia<sup>35</sup>.

Vale ressaltar que a pesar da companhia estadual obter concessão do abastecimento do município, não chega a atender toda a sede, parte é feita pela prefeitura, principalmente nas áreas periféricas e rural. Na Tabela 3 são apresentados os sistemas operacionais integrados e isolados, como também a quantidade poços por cada sistema, sua profundidade e vazão referente a área urbana.

A sede municipal de Marapanim possui sistema de abastecimento de água com captação por mananciais subterrâneos, que dispõe de 21 poços, com profundidade média de 9 m e um poço artesiano com profundidade de 200 m<sup>36</sup>. Em São Francisco do Pará o sistema de abastecimento da área urbana utiliza captação do

<sup>30</sup> Alves et al., 2018.

<sup>31</sup> Terra Alta, 2018.

<sup>32</sup> IBGE, 2010; 2017; 2018.

<sup>33</sup> Ferreira, 2015.

<sup>34</sup> Brasil, 2019.

<sup>35</sup> Castanhal, 2020.

<sup>36</sup> Teixeira, 2015.

**Tabela 1. Classificação dos territórios hídricos (ou hidroterritórios)**

Tipo	Privado	Luta	Livre
<b>Conceito</b>	Totalmente mercantilizados, que expressam um valor econômico por quantidades de água, distinto do pagamento de serviço de tratamento e distribuição;	Resistentes à mercantilização e que não reconhecem a água como mercadoria, travando assim uma luta de classe, denotados por questões de exploração econômicas e sociais;	Situação em que a política de gestão da água deve ser de total socialização, tornando-a inalienável e disponível para as gerações futuras. Esses últimos apresentam raízes profundas da cultura, das crenças e costumes, dos que habitam esse território. Ao negar a prática da água mercantilizada, os aparelhos ideológicos culturais demonstram a autonomia de identidade.

Fonte: Ferreira (2015).

**Tabela 2. Prestadores do serviço de abastecimento de água das sedes municipais**

Sede municipal	Sistema de abastecimento de água
Castanhal	
Marapanim	Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA)
São Francisco do Pará	
Igarapé-Açu	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAAE)
Terra Alta	Prefeitura Municipal de Terra Alta

Fonte: Brasil (2019).

**Tabela 3. Sistema de Abastecimento Água da sede municipal de Castanhal**

Sistemas Interligados						
SAA Unidade Operacional	Poços (unidade)		Comprimento (m)		Vazão (m³/h)	
	Raso	Profundo	Raso	Profundo	Raso	Profundo
Usina	13	1	18	97	60	80
Assis/Coronel Leal	8	1	22	74	60	80
Milagre	-	2	-	110,37	-	80
				120,2	-	70
Salgado Grande**	8	-	18	-	-	-
Propira	-	1		112	-	35
Caiçara	17	0	18	-	140	-
Santa Helena	-	1	-	100	60	-
Imperador	-	1	-	191,16	-	54
Lanetama	-	1	-	193,59	-	91,52
Redentor	-	1	-	100	-	75
Sistemas isolados						
SAA Unidade Operacional	Poços (unidade)		Comprimento (m)		Vazão (m³/h)	
	Raso	Profundo	Raso	Profundo	Raso	Profundo
Jaderlândia	-	3	-	180, 89	-	100
				148,7		122
				167,66		153
Titanlândia*	-	1	114	-	-	70
Apeú	-	1	-	-	-	-

\*não foi informado o comprimento do poço e a vazão

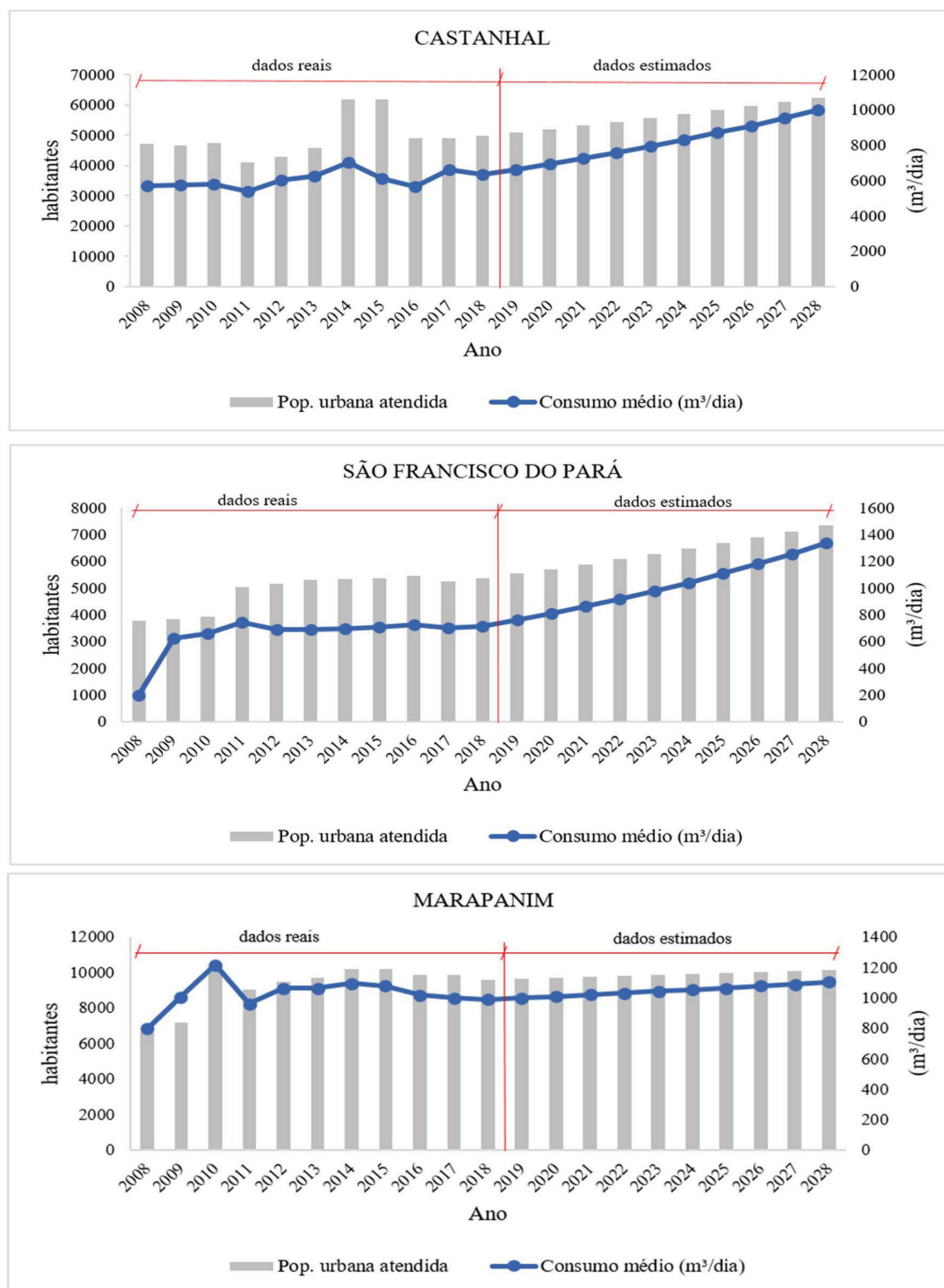
\*\* sistema desativado

Fonte: Castanhal (2020).

manancial superficial (Igarapé Pouso) onde são aduzidos 1.800 m<sup>3</sup>/dia de água, com consumo médio de 170 L/habitantes<sup>37</sup>. É importante destacar que durante a visita de campo realizada nas sedes de Marapanim e São Francisco do Pará não foram disponibilizados dados atuais referentes ao sistema abastecimento de água.

Na área urbana de Igarapé-Açu, a gestão do SAA é feita pela autarquia municipal de Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAAE). A captação de água é realizada em mananciais subterrâneos, por oito poços com profundidade de 180 m, 140 m, 40 m e 50 m que captam um volume estimado em de 300 m<sup>3</sup>/dia de água (Figura 2 e Figura 3).

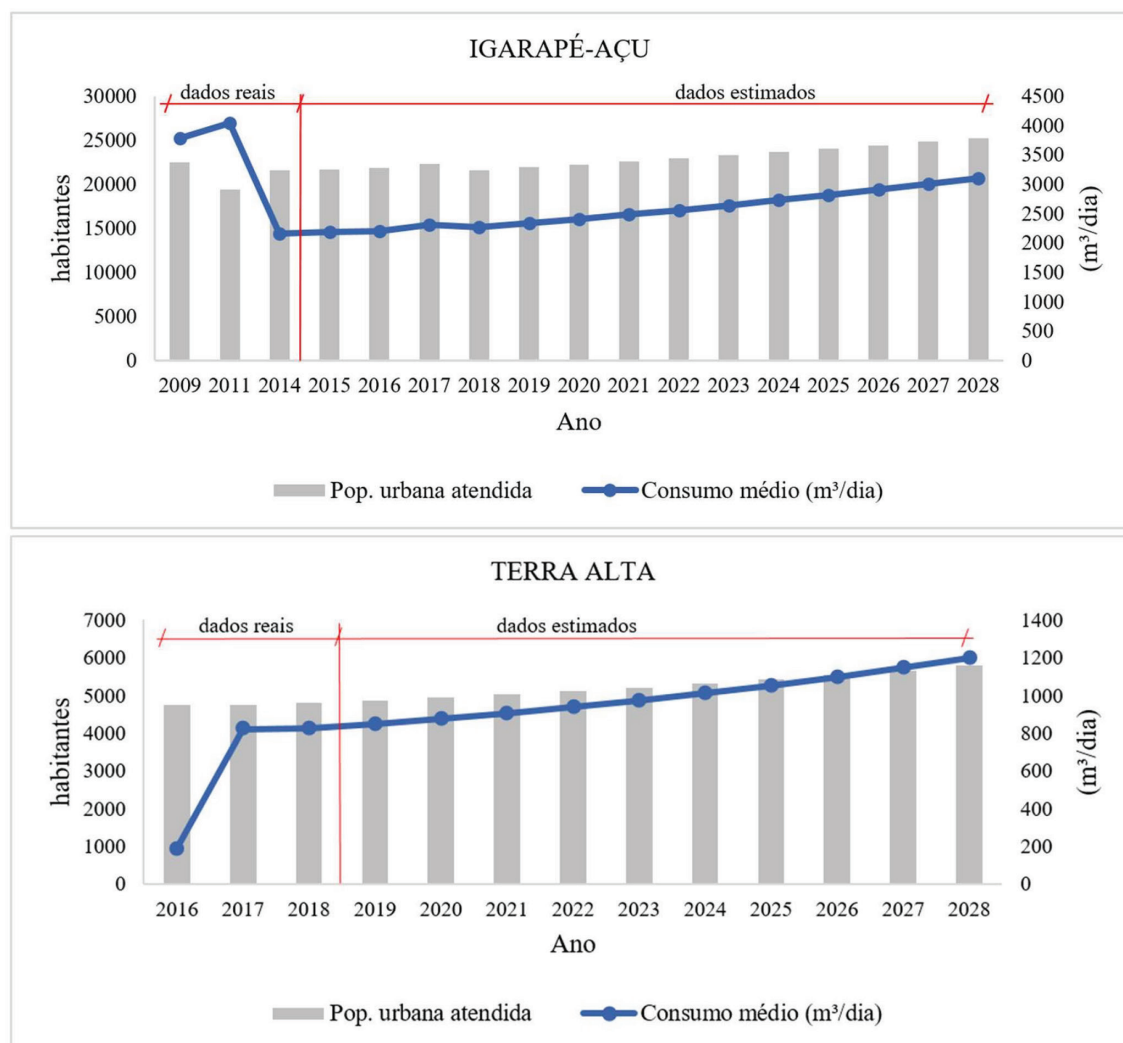
**Figura 2.** Consumo médio de água e da população urbana atendida nas sedes: Castanhal, São Francisco do Pará e Marapanim



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

<sup>37</sup> São Francisco do Pará, 2014.



**Figura 3.** Consumo médio de água e da população urbana atendida nas sedes: Igarapé-Açu e Terra Alta

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Conforme foi relatado pelo responsável do SAAE, durante a visita de campo em Igarapé-Açu, não há macro e micromedicação do sistema, porém é feita uma estimativa do volume captado a partir da vazão e horário de funcionamento das duas bombas que compõe o sistema de adução. A cobrança é feita em forma de taxa para cada domicílio. Além disso, há déficit de abastecimento, principalmente no verão. E o tratamento é feito por desinfecção simples por partilha de cloro.

Em Terra Alta, o SAA é gerenciado totalmente pela Prefeitura, que capta água de aquíferos por dois poços com 120 m de profundidade. Destaca-se que durante a visita de campo, não foi informado o volume certo de água captada pelas bombas, justamente por não haver medição, além disso, foi relatado que a falta de água na

área urbana é recorrente, principalmente nas horas de pico de consumo.

No Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) são disponibilizados dados de água, como população atendida por abastecimento de água, volume produzido, consumo médio *per capita*, perdas na distribuição, entre outros. Esse banco de dados é alimentado diretamente pelas prefeituras de cada município. Foram utilizados os dados de 2008 até 2018 referentes a: população total; população urbana; população urbana atendida por abastecimento de água; e Consumo médio *per capita* de água (L/hab.dia). Com esses dados, foi estimado o consumo médio (m³/dia) e o aumento da população urbana atendida, a partir da taxa média de crescimento da população total até o ano 2028.

Na base estruturada existem falhas decorrentes do preenchimento da plataforma do SNIS. A sede municipal de Igarapé-Açu disponibilizou apenas dados de 2009, 2011 e 2014. Já o município de Terra Alta, só apresentou dados de 2016 até 2018. A inconsistência e pouca disponibilidade de dados acabam influenciando na análise de crescimento da população urbana atendida e no consumo real de água, como também no cálculo das estimativas, o que pode afetar na execução de programas, projetos e obras de abastecimento de água, por não ter o conhecimento real da situação.

Apesar da variação de consumo e atendimento, é possível perceber se houve um aumento no número de habitantes atendidos nas sedes de Marapanim (43,96 %), São Francisco do Pará (42,67 %), Igarapé-Açu (11,13 %), Castanhal (5,72 %) e Terra Alta (0,95 %). Em relação as estimativas de atendimento e consumo médio de água, as sedes de municipais apresentaram diferentes taxas de crescimento até o ano de 2028. São Francisco do Pará apresentou a maior variação (36,58 %); seguida por Castanhal (25,71 %); Terra Alta (20,58 %); Igarapé-Açu (17,01 %) e Marapanim (5,71 %) com a menor variação calculada.

O consumo de água nas áreas urbanas, apresenta a tendência de crescimento da demanda em termos de volume. Esse aumento ocorre pela conjunção de dois fatores: ampliação do número de domicílios a serem atendidos, o que é extremamente relevante em termos de extensão do serviço de abastecimento para toda a população, garantindo melhores condições de vida e de saúde; e aumento do consumo *per capita*, que está relacionado principalmente com a maior capacidade econômica das famílias<sup>38</sup>.

Com ampliação do número de domicílios, parte da população se afastou das áreas urbanas mais centrais em direção a periferia das cidades, onde as condições de saneamento básico são mais deficitárias<sup>39</sup>. Essas zonas, por terem sido criadas de maneira irregular, acabam sendo prejudicadas pela falta de infraestrutura, principalmente de abastecimento de água; e quando há algum tipo de atendimento, na maioria dos casos, não apresentam um controle de macro e micromedicação, ocasionado um consumo irregular<sup>40</sup>.

Diversos fatores podem influenciar o consumo de água da população, como o nível socioeconômico, renda

*per capita*, área do lote e a demanda residencial<sup>41</sup>. O aumento do consumo pode ser relacionado a mudanças de hábitos comportamentais ou atitudes dos moradores decorrentes da alteração dos rendimentos familiares<sup>42</sup>.

No âmbito da produção agrícola, Castanhal possui a maior produção por hectare dentre os municípios analisados, seguido por Terra Alta, São Francisco do Pará, Marapanim e Igarapé-Açu. Nas categorias de produção agrícola permanente, a laranja apresenta a maior produção por hectare, seguida pelo dendê e banana. Dentre as lavouras temporárias, a mandioca apresentou o maior valor de kg/ha no ano de 2018.

O crescimento constante das áreas agrícolas no país tem gerado uma demanda hídrica crescente. A agricultura é um dos maiores consumidores de água, que anualmente é responsável por 70 % do uso e 87 % do consumo de água total no mundo<sup>43</sup>. Em relação a agricultura irrigada, o Brasil é responsável por 46 % das retiradas nos corpos hídricos e por 67 % do consumo (água que não retorna diretamente)<sup>44</sup>. A Tabela 4<sup>45</sup> apresenta a quantidade de água necessária para a produção de um quilo por hectare por cultura nos municípios de Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta.

É importante destacar que não foram encontradas referências oficiais sobre a quantidade de água necessária para a produção de Dendê, Coco de Baía e Pimenta do Reino por L/Kg. Entretanto, estima-se que para a produção de 1 tonelada de óleo de dendê, utiliza-se 6,03 m<sup>3</sup> de água, esse valor é devido a grande disponibilidade de água na região que é oriundo de poços artesianos. O estado do Pará concentra 90% da produção do plantio no Brasil e água utilizada para a produção de óleos é retirada de poços artesianos<sup>46</sup>.

Em relação do Coco de Baía, o regime pluviométrico ideal para a produção do coqueiro é caracterizado por uma precipitação anual de 1.500 mm, com pluviosidade mensal nunca inferior a 130 mm<sup>47</sup>. Já o cultivo de pimenta do reino na região Amazônica, recomenda-se que o total pluviométrico anual seja entre 1.500 mm a 3.000 mm; e em termos de *déficit* hídrico, embora tenha sido verificado que o cultivo ocorre sob ampla faixa (entre 30 mm e 400 mm) tem-se que a pimenta é

<sup>38</sup> Carmo et al., 2014.

<sup>39</sup> Tucci, 2008.

<sup>40</sup> Tsutiya, 2006.

<sup>41</sup> Aquino et al., 2017.

<sup>42</sup> Dias et al., 2010.

<sup>43</sup> Gandolfo et al., 2008.

<sup>44</sup> ANA, 2019.

<sup>45</sup> FAPESPA, 2017.

<sup>46</sup> Alves et al., 2013.

<sup>47</sup> EMBRAPA, 2002.

Tabela 4. Estimativa de produção e consumo de água na agricultura no ano de 2017

Cultura	Produção Agrícola Permanente					Vol. de água p/ produção (l/Kg)	Referência
	Castanhal	Igarapé-Açu	Marapanim	São Francisco do Pará	Terra Alta		
	Produção (Kg/ha)						
Banana (cacho)	8.000,00	11.000,00	12.000,00	12.000,00	10.000,00	6.320,00	Pegada Hídrica
Coco-da-baía (Mil frutos)	10.000,00	15.000,00	8.000,00	10.000,00	10.000,00	-	-
Dendê (cacho de coco)	18.000,00	1.100,00	-	15.000,00	18.000,00	-	-
Laranja	15.000,00	14.000,00	8.000,00	18.000,00	15.000,00	8.400,00	Pegada Hídrica
Pimenta-do-reino	2.501,20	2.400,00	2.000,00	2.121,21	2.487,18	-	-
	Produção agrícola Temporária						
Abacaxi (Mil frutos)	30.000,00	-	25.000,00	15.000,00	32.000,00	420,00	
Arroz (em casca)	-	-	600,00	-	-	2.500,00	
Feijão (em grão)	900,00	900,00	875,00	900,00	566,67	5.053,00	Cuesta (2017)
Mandioca	20.000,00	15.000,00	14.117,65	15.000,00	16.000,00	2,00	
Milho (em grão)	608,11	1.100,00	1.200,00	600,00	800,00	955,00	
<b>Total</b>	<b>105.009,31</b>	<b>60.500,00</b>	<b>71.792,65</b>	<b>88.621,21</b>	<b>104.853,85</b>	-	

Fonte: FAPESPA (2017).

exigente, precisando de bom suprimento de água principalmente durante a floração e frutificação, havendo assim a necessidade de se manter o solo irrigado para evitar queda de produção<sup>48</sup>.

Considerando o volume de produção desses cultivos, estima-se que a demanda pela água na agricultura seja maior do que registrada no Figura 4, que mostra o volume total de água usada na agricultura em cada município pertencente a bacia hidrográfica do rio Marapanim, onde Terra Alta apresenta o maior consumo de água, seguido por Castanhal, São Francisco do Pará, Igarapé-Açu e Marapanim.

A atividade agrícola brasileira tem se tornado cada vez mais intensa, com o consequente aumento do uso de águas subterrâneas. Os poços artesianos se utilizam em grande parte de aquíferos profundos, confinados e semi-confinados, que tem em geral uma taxa de recarga muito lenta, podendo variar de anos a séculos. E a falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes acabam contribuindo para a exploração dos mananciais subterrâneos de maneira predatória<sup>49</sup>.

Em relação ao uso da água no cultivo, destaca-se a aplicação intensiva de agrotóxicos, que utiliza como veículo a água, com ou sem o auxílio de aditivos<sup>50</sup>. As águas superficiais e subterrâneas podem ser

contaminadas por componentes oriundos de agrotóxicos, já que além do princípio ativo tóxico, muitos destes produtos apresentam elementos ou compostos potencialmente poluidores, como metais pesados, surfactantes, emulsificantes<sup>51</sup>.

As monoculturas são as principais utilizadoras de agrotóxicos<sup>52</sup>. No estado do Pará, a expansão do cultivo de dendê já apresenta impactos ambientais no nordeste paraense, além do desmatamento praticados pelas empresas em lotes de agricultura familiar para a implantação do cultivo, os agrotóxicos utilizados contaminam igarapés que são afluentes de rios, como Tocantins, Moju, Acará, Acará Miri, Capim, Auiaçu, Maracanã e Camari, entre outros<sup>53</sup>.

Os maiores usos consuntivos da água, em escala global, são agropecuários. No Brasil, que possui alguns dos maiores rebanhos do mundo, a demanda de água nas estruturas de dessedentação, criação e ambiência de animais é elevada<sup>54</sup>. Para calcular o volume utilizado de água é necessária a utilização de dados médios de volume de água requerida para tal produção; uma vez que, os valores de quantidade de água variam segundo a idade e peso de cada animal, entre outras variáveis (Tabela 5)<sup>55</sup>.

<sup>51</sup> Steffen; Steffen; Antonioli, 2011. Veiga; Rodrigues, 2016. Cruz; Farias, 2017. Oliveira et al., 2018.

<sup>52</sup> Veiga; Rodrigues, 2016.

<sup>53</sup> Cruz; Farias, 2017.

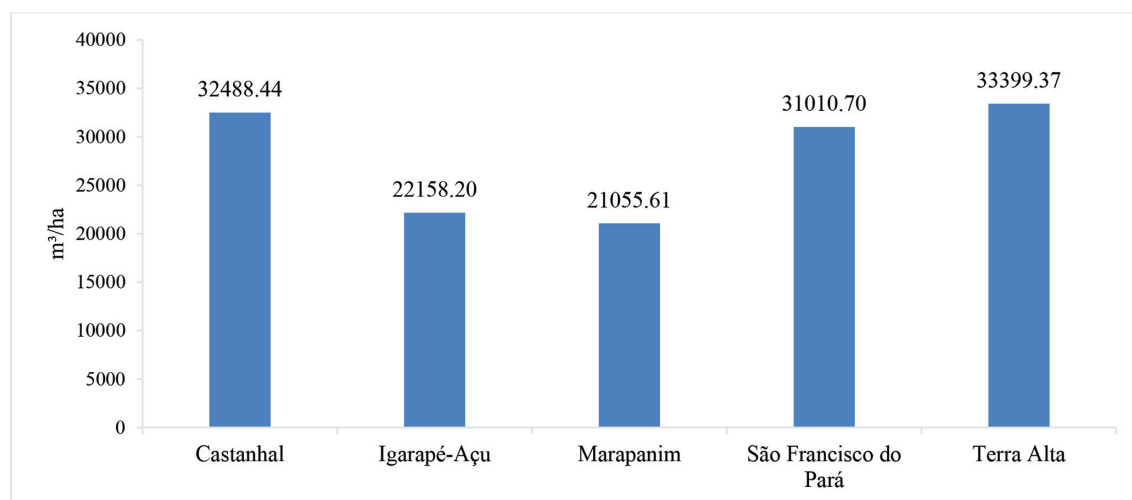
<sup>54</sup> ANA, 2019.

<sup>55</sup> Cuesta, 2017.

<sup>48</sup> EMBRAPA, 2004.

<sup>49</sup> Peres; Souza, 2016.

<sup>50</sup> Gandolfo et al., 2008.

**Figura 4.** Estimativa de consumo de água na agricultura por município

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

**Tabela 5.** Estimativa de consumo de água para criação de animais

Espécie	Castanhal	Igarapé-Açu	Marapanim	São Francisco do Pará	Terra Alta	Vol. água p/ produção (l/dia)*
	Quantidade (cabeça)					
Bovino	35.360	16.141	4.475	17.562	3.390	45
Equino	320	350	40	65	25	43
Suíno	1.600	2.300	400	600	600	5
Caprino	320	650	10	300	10	8
Ovino	280	280	30	50	30	3,8
Galináceos	3.239.300	1.600.000	28.000	1.500.000	50.000	0,15
<b>Total</b>	<b>3.277.180</b>	<b>1.619.721</b>	<b>32.955</b>	<b>1.518.577</b>	<b>54.055</b>	-

Fonte: FAPESPA (2017); Cuesta (2017).

O volume total de água utilizado para a criação de animais nos 5 municípios analisados é de 4.499,13 m³/dia, sendo Castanhal o maior consumidor de água, com 2.102,48 m³/dia, seguido por São Francisco do Pará com 1.023,68,16 m³/dia, Igarapé-Açu com 999,16 m³/dia, Marapanim com 209,49 m³/dia e Terra Alta com 164,32 m³/dia (Figura 5).

É importante destacar que os municípios não sabem o valor real que é retirado de água para esses usos, o que se torna um fator crítico à gestão das águas. O uso eficiente da água, com conhecimento adequado, e de alternativas que otimizem o seu potencial pode contribuir para aumentar a sua disponibilidade, reduzindo problemas de déficit provocados pelo incremento da demanda social em relação à oferta hídrica<sup>56</sup>.

Por fim, na abordagem relativa ao consumo da água, será avaliado o utilizado para diluição de efluentes, relativo ao sistema de esgotamento sanitário das cidades. A coleta, transporte e tratamento do esgoto das cidades é um problema recorrente no Brasil. Não diferente dessa realidade, em quase todas as sedes municipais visitadas, nenhuma apresentou um sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto.

A exceção foi o município de Castanhal que possui uma pequena rede unificada que recebe tanto as águas pluviais quanto dos efluentes oriundos do sistema de coleta de esgotos, porém a mesma lança diretamente nos igarapés da cidade. O despejo do esgoto não tratado diretamente nos corpos hídricos ocasiona diversos impactos negativos, que com o decorrer do tempo, trazem como consequência problemas de saúde na população através de diversas doenças infecciosas e parasitárias. Estas têm no meio ambiente uma fase de

<sup>56</sup> Faggion et al., 2009.

seu ciclo de transmissão, como por exemplo, as de veiculação hídrica, com transmissão feco-oral.

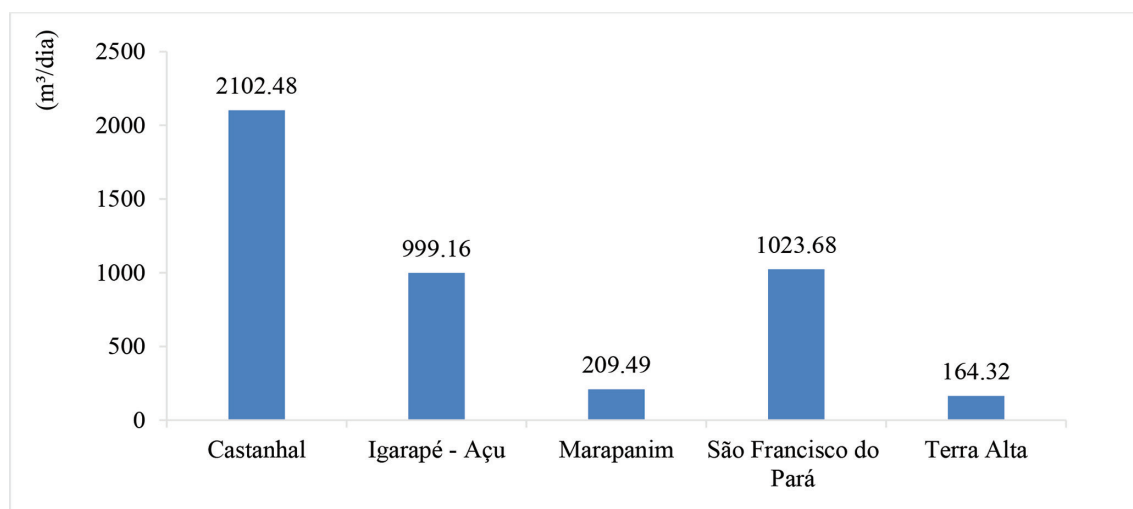
Com a falta de um sistema de esgotamento sanitário nas sedes municipais, a população utiliza de soluções individuais, a partir da instalação de fossas rudimentares ou sépticas. A fossa séptica é um dispositivo de tratamento de esgoto destinado a receber a vazão de um ou mais domicílios e com a capacidade de dar um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo. Já a fossa negra ou rudimentar é apenas uma escavação feita no solo sem nenhum tipo de vedação ou impermeabilização, que acaba sendo prejudicial ao meio ambiente, contaminando solo e corpos subterrâneos<sup>57</sup>.

Na Tabela 6 são apresentados os tipos de esgotamento sanitário em cada município, segundo o censo demográfico do IBGE<sup>58</sup>. O município de Castanhal apresenta a melhor distribuição, com o menor percentual de fossas rudimentares. Os municípios de Terra Alta,

Igarapé-Açu e Marapanim (com mais de 70 %) demonstram ser os de maior lançamento direto no solo e consequente impacto nos aquíferos livres (nível freático). Esses dados apenas evidenciam a utilização de alternativas individuais da população para intervir na falta de coleta e tratamento de esgoto na região, um serviço que é garantido pela Lei n. 11.445/2007.

Na Tabela 7 é apresentada a quantidade total de água para cada município de acordo com cada uso. E na Figura 6 o perfil do consumo de água nas sedes municipais componentes da bacia do rio Marapanim. Estes sintetizam a contabilidade estimada. Apesar da escala da atividade agrícola ter sido diferenciada ( $m^3/ha$ ), observa-se que a distribuição de valores realmente é mais significativa para a área agrícola. E a média do abastecimento para criação de animais é aproximadamente 35 % do equivalente para o consumo humano.

**Figura 5.** Estimativa de consumo de água na criação de animais por município



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

**Tabela 6.** Perfil do esgotamento sanitário

Município	Quantidade (%)			
	Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede	Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	Fossa rudimentar ou buraco	Outros
Castanhal	17,15%	48,56%	21,17%	0,37%
Igarapé-Açu	0,9%	13,82%	76,31%	3,75%
Marapanim	5,22%	9,94%	76,04%	1,59%
São Francisco do Pará	12,54%	54,29%	28,85%	2,57%
Terra Alta	0,3%	5,32%	88,25%	5,93%

Fonte: IBGE (2022).

<sup>57</sup> Jordão; Pessoa, 2009.

<sup>58</sup> IBGE, 2022.

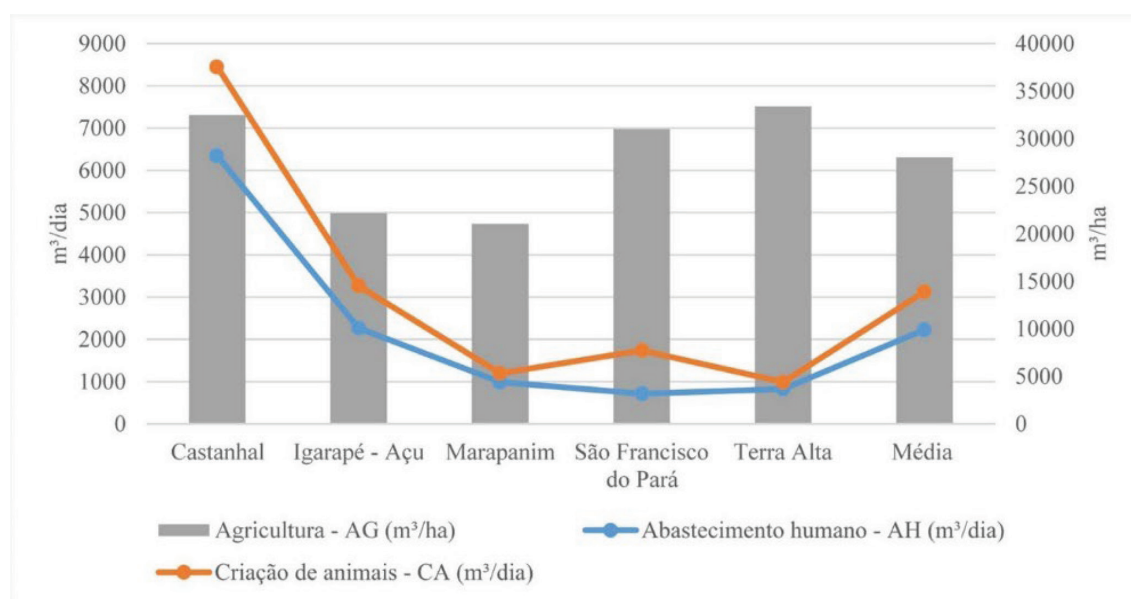


**Tabela 7.** Volume total de água por município de acordo com o uso da água

Município	Abastecimento humano - AH (mt/dia)	Criação de animais - CA (mt/dia)	Agricultura - AG (mt/ha)
Castanhal	6.344,7	2.102,48	32.488,44
Igarapé - Açu	2.265,4	999,16	22.158,2
Marapanim	989,2	209,49	21.055,61
São Francisco do Pará	715,8	1.023,68	31.010,7
Terra Alta	825,8	164,32	33.399,37
Média	2228,18	899,826	28022,464

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

**Figura 6.** Perfil comparativo entre os principais usos identificados



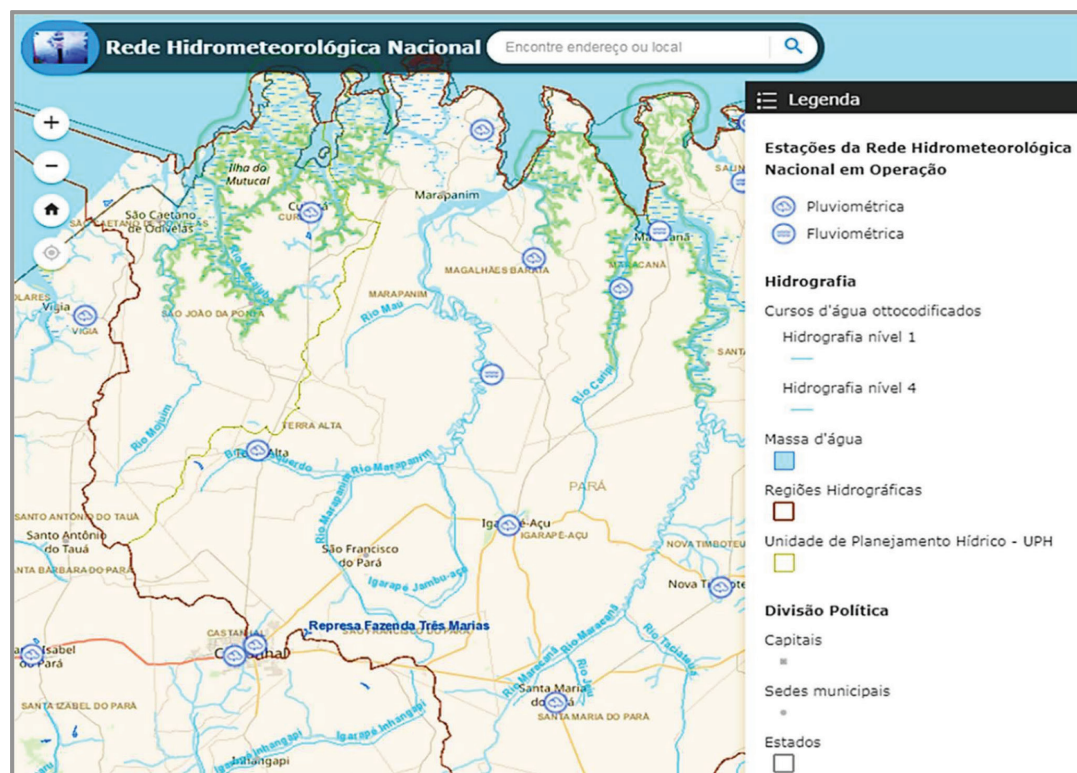
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A bacia do rio Marapanim não tem monitoramento relativo as componentes descarga do rio (vazão) e variação de nível (cota). Havendo apenas a cobertura de monitoramento pluviométrico realizada por estações automáticas (Estações de Magalhães Barata, código 47007; Igarapé - Açu, código 147010; Castanhal, código 147007; Terra Alta, código 147017; Marapanim, código 47005). Existe a Estação de Magalhães Barata (código 32120000), destinada a qualidade das águas e implantada em 2016, conforme observado pela rede hidrometeorológica nacional, gerenciada pela ANA (Figura 7). Considerando apenas o comportamento das chuvas, e tomando como exemplo o ano de 2018, setembro-outubro-novembro são meses com poucos dias de chuvas, ficando o maior percentual de volume de chuvas do mês concentrado em poucos dias (Figura 8).

Admitindo as demandas identificadas e ainda subestimadas dada a falta de atualização relativa ao consumo humano, comercial e agrícola de maior detalhe; verifica-se que a ausência de um monitoramento sistemático próximo as sedes conduzem a uma zona de incerteza da real estimativa de disponibilidade e demanda hídrica para região. O período chuvoso, de fevereiro a maio, é contínuo em quase todos os dias do mês, sendo assim eficiente para a irrigação das culturas locais e recarga superficial e subterrânea da região; ao contrário do período menos chuvoso onde há uma redução expressiva do volume e do número de dias de chuva.

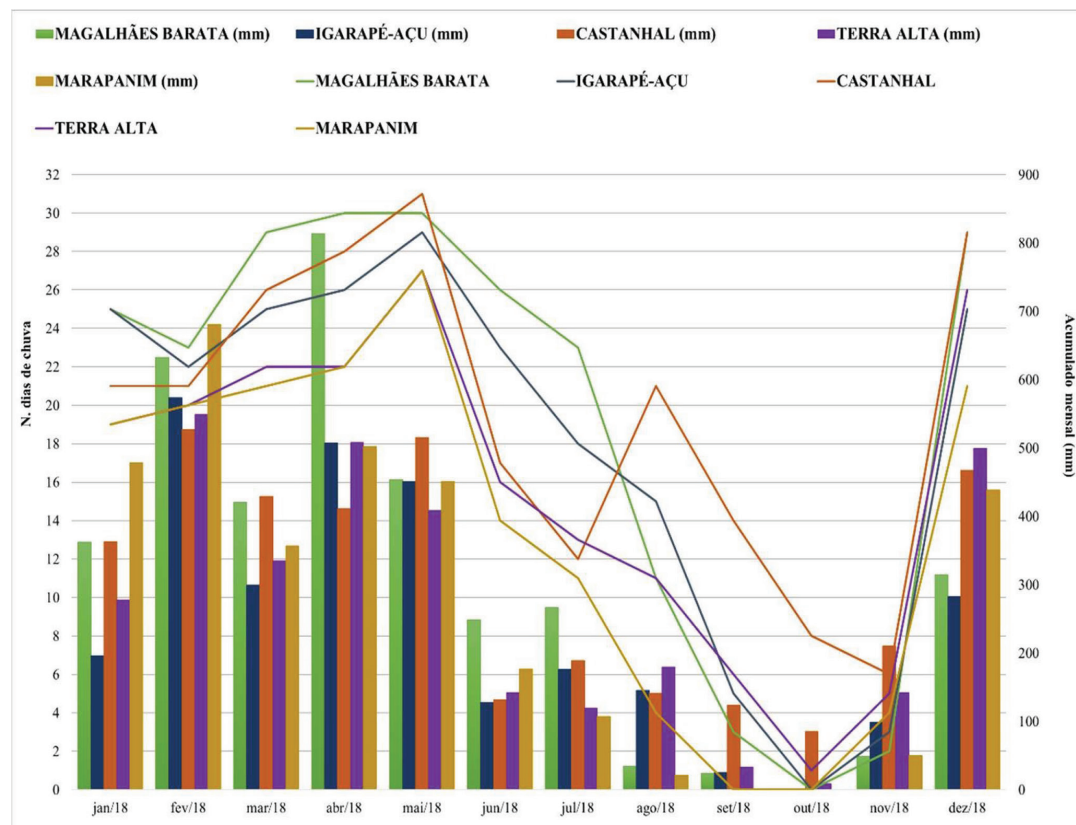
Considerando o contexto de hidroterritório, em que a água tem o papel dominante na organização territorial, e relacionando as demandas (abastecimento de água para consumo humano, água na agricultura e pecuária)

Figura 7. Distribuição das estações de monitoramento no rio Marapanim



Fonte: Rede Hidrometeorológica Nacional (2019).

Figura 8. Número de dias de chuva e acumulado mensal no ano de 2018



Fonte: ANA (2018).

e disponibilidade (quantidade de chuvas na região) as sedes apresentam multiplicidade no uso da água.

Segundo a classificação de Ferreira (2015), levando em conta o contexto da sede municipal, o território pode ser apontado com privado, pelo fato da maioria da população pagar pelo abastecimento de água, apesar de não haver uma gestão eficiente, onde o índice de atendimento ainda é baixo, como em Castanhal, Marapanim e São Francisco, e a falta de água é recorrente, nos municípios de Terra Alta e Igarapé-Açu. E ainda pode ser analisado, também como um território de luta, justamente por essa demanda de água não atender toda sede da maneira adequada, o que leva parte da população utilizar da captação subterrânea para suprir suas necessidades sociais.

É importante ressaltar que na maioria das vezes esses poços particulares não são outorgados, comprometendo a sustentabilidade dos aquífero, por não haver um controle da captação. A exploração implica em problemas associados à falta de sustentabilidade (ou superexploração) das extrações de água subterrânea (sobretudo para uso no abastecimento público urbano); aos conflitos entre usuários, causando a perda do recurso e aumento dos custos de exploração; e à contaminação de aquíferos pela degradação induzida pelo bombeamento não planejado<sup>59</sup>.

O retrato definido para a bacia do rio Marapanim indica que a sobreposição de projetos territoriais (aqui representados pela expansão dos núcleos urbanos/ruais na bacia) fortalecem a busca de controle da água, fomentando um "pluralismo territorial", por transformarem a rede hídrica em uma arena de água, com base em quadros de referência culturais, estruturas de base econômica e relações políticas; o que conduz para a análise que o uso das águas na bacia não pode ser categorizado e generalizado de maneira geral, mas deve considerar as questões culturais, políticas, tecnológicas e ecológicas divergentes<sup>60</sup>.

Mesmo admitindo a disponibilidade hídrica local, não contestada pela pesquisa, a falta de informações que realmente quantifiquem o consumo de água produz um sinal de alerta. No contexto da América Latina a demanda é crescente, geralmente associada a uma desigualdade profunda, daí a necessidade da identificação dos territórios hídricos, para a melhor implantação de ações que visem valorizar a água como um recurso que pode ser utilizado por meio de diferentes estratégias<sup>61</sup>.

Desta forma as tensões, que são aquelas situações emergentes que precedem um conflito ou indicam que ele é latente, possam ser mais claramente discutidas visando a redução dos atritos nas relações de poder dos diferentes atores envolvidos.

De forma geral, a região passa por alterações cujo cenário atual não favorece uma condição futura de atendimento a demanda e disponibilidade hídrica, principalmente pela falta de subsídios ao planejamento adequado. Esta condição é comum aos municípios da zona costeira do nordeste do estado do Pará, que compõem a faixa da Amazônia Oriental. As atividades antrópicas interferem diretamente na sustentabilidade da vasta área de manguezais e dos serviços ecossistêmicos que estes podem desenvolver. A falta de saneamento básico é um dos fatores de maior intervenção, tanto pela insuficiência presente nos municípios componentes, quanto pela intensidade de exploração pelo setor produtivo e de ocupação urbana do espaço. Os efeitos sobre a qualidade das águas somam-se aos quantitativos, que traduzem a redução do volume de água que chega a zona estuarina, agravando-se pelo efeito da sazonalidade climática<sup>62</sup>.

## Conclusão

As discussões e resultados apresentados possibilitaram a caracterização dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio Marapanim (PA), considerando o ambiente urbano e a zona rural dos municípios de Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará e Terra Alta. Estes no geral obtiveram boa disponibilidade hídrica, entretanto observou-se que a gestão da oferta-demanda para o consumo na pecuária, agricultura e da vazão aos efluentes de esgotamento sanitário, não é gerenciada de maneira eficiente nas sedes municipais. Dando assim um contexto de hidroterritório privado, que pode ter derivação futura como território de luta.

A falta de dados é uma das principais dificuldades para o monitoramento, pois compromete a definição da real demanda das sedes, intensificada pela gestão insuficiente dos recursos hídricos, como visto em Terra Alta e Igarapé-Açu, onde a micro e macromedição é inexistente, favorecendo a insuficiência do abastecimento público. Com isso, a caracterização dos usos

<sup>59</sup> Conicelli; Hirata, 2016.

<sup>60</sup> Hommes et al., 2016.

<sup>61</sup> Langhoff et al., 2017.

<sup>62</sup> Mourão et al., 2020. Matos et al., 2022. Montes et al., 2023.

múltiplos da água é essencial para entender as relações de disponibilidade e demanda que acontecem na bacia hidrográfica do rio Marapanim e sua gestão de forma sustentável.

Ressalta-se que para o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia é necessário um sistema de informação atualizado com as informações de demanda e disponibilidade hídrica dos municípios componentes, o que passa por uma adequação da gestão pública municipal para a melhor e mais eficiente coleta e tratamento da informação, com o cruzamento de dados de consumo de água para fins diversos e diluição de efluentes.

## Agradecimentos

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA-UFPA).

## Referências

- Agência Nacional de Águas (ANA).** 2018: *Atlas de Esgotos*. <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>
- Agência Nacional de Águas (ANA).** 2019: *Manual de usos consuntivos da água no Brasil*. Brasília (Brasil), Agência Nacional de Águas.
- Alves, Raynon; Gonçalves, Wanderson; Gonçalves, Janaina; Nunes, Gabriel; Magno-Silva, Elis; Maia, Janaina; Adami, Marcos; Narvaes, Igor.** 2018: *Análise do uso e ocupação do solo em Marapanim-PA a partir de dados do projeto Terra-class*. *HOLOS*, 34(01), 81-90. <https://doi.org/10.15628/holos.2018.2819>
- Alves, Sérgio; Amaral, Weber; Horbach, Michel; Antiqueira, Lia; Dias, Isabel.** 2013: Indicadores de sustentabilidade da agroindústria do dendê no Estado do Pará. *Revista Energia na Agricultura*. 28(4), 240-246. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2013v28n4p240-246>
- Andrade, Nara; Xavier, Fernanda; Alves, Édina Cristina; Silveira, Alexandre; Oliveira, Carlos.** 2008: Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do rio Manso-MT". *Geociências*, 27(2), 237-248.
- Aquino, Davi; Dias, Lorraine; Souza, Isis; Cunha, Ana Paula; Cordeiro, Lilian.** 2017: Influência de variáveis socioeconômicas municipais no consumo per capita de água. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 10(1), 104-112.
- Bahia, Maria Lúcia; Garvão, Rodrigo Fraga.** 2015: Castanhal-PA: um estudo avaliativo da "cidade modelo" no nordeste paraense. *Cairu em Revista*, 4(6), 35-46.
- Boelens, Rutgerd; Hoogesteger, Jaime; Swyngedouw, Erik; Vos, Jeroen; Wester, Wester.** 2016: Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water International*, 41(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1134898>
- BRASIL.** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). 2019: *Diagnóstico anual de água e esgotos*. Brasília (Brasil), Ministério das Cidades.
- Carmo, Roberto Luiz; Dagnino, Ricardo de Sampaio; Johansen, Igor Cavallini.** 2014: Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 31(1), 169-190. <https://doi.org/10.1590/S0102-30982014000100010>
- Carvalho, Pompeu; Braga, Roberto.** (Orgs.) 2001: *Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias*. Rio Claro (Brasil), LPM-UNESP, 95-109.
- Castanhal.** 2020: *Plano municipal de saneamento básico*. Castanhal (Brasil), Prefeitura Municipal.
- Cavalcanti, Bianor Scelza; Marques, Guilherme Ramon Garcia.** 2016: Recursos hídricos e gestão de conflitos. A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. *Revista de Gestão dos países de línguas Portuguesa*. 15(1), 4-16. <https://doi.org/10.12660/rgplp.v15n1.2016.78411>
- Conicelli, Bruno Pirilo; Hirata, Ricardo.** 2016: Novos paradigmas na gestão das águas subterrâneas, em Anais do XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Campinas (Brasil), ABAS, 1-18.
- Cruz, Rosa Helena Ribeiro; Farias, André Luís Assunção.** 2017: Impactos socioambientais de produção de palma de dendê na Amazônia paraense: uso de agrotóxicos. *Revista GeoAmazônia*, 5(10), 86-109. <http://dx.doi.org/10.18542/geo.v5i10.12502>
- Cuesta, Jhanier Salas.** 2017: Avaliação dos usos múltiplos das águas e do aproveitamento da água da chuva, na área da Resex de São João da Ponta, bacia hidrográfica do rio Mocajuba-PA. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém-PA (Brasil).
- Dias, David Montero; Martinez, Carlos Barreira; Libânio, Marcelo.** 2010: Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 15(2), 155-166. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522010000200008>
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).** 2002: *Sistema de produção para a cultura do coqueiro*. Aracaju (Brasil), EMBRAPA Tabuleiros Costeiros.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).** 2004: *Manual Segurança e Qualidade para a Cultura da Pimenta-do-Reino*. Brasília (Brasil), EMBRAPA/Sede.



- Faggion, Francisco; Oliveira, Carlos Alberto da Silva; Christofidis, Demétrios.** 2009: Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 2(1), 1-4.
- Ferreira, Diego Luiz do Nascimento.** 2015: Conflito pelo uso da água na Amazônia brasileira: uma análise envolvendo a atividade de minero-metalúrgica e as comunidades Ilha São João e Curupeté no município de Barcarena-PA. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém -PA (Brasil).
- Ferreira, Susane Cristini Gomes; Córdoba, Diana; Sombra, Daniel; Costa, Francisco Émerson Vale.** 2023: Patterns of injustices in water allocation mechanisms in the Brazilian Amazon: Palm oil expansion and the reshaping of hydrosocial territories. *Environmental Science & Policy*, 147, 79-88, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.05.020>
- Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA).** 2016: *Estatísticas municipais paraenses: Marapanim*. <https://www.fapespa.pa.gov.br/estatistica-municipal/>
- Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA).** 2016a: *Estatísticas municipais paraenses: São Francisco do Pará*. <https://www.fapespa.pa.gov.br/estatistica-municipal/>
- Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA).** 2017: *Anuário estático do Pará*. <https://www.fapespa.pa.gov.br/estatistica-municipal/>
- Gandolfo, Marco Antonio; Sauer, Aline Vanessa; Jesus, Francine Tomaz; Afonso, Michelle.** 2008: Demanda de água atual e futura nas aplicações de agroquímicos em *IAuais do 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste*. Cuiabá (Brasil), ABRH, 1-14.
- Grostein, Marta Dora.** 2001: Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos insustentáveis. *São Paulo em Perspectiva*, 15(1), 13-19. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392001000100003>.
- Hommes, Lena; Boelens, Rutgerd; Maat, Harro.** 2016: Contested hydrosocial territories and disputed water governance: Struggles and competing claims over the Ilisu Dam development in southeastern Turkey. *Geoforum*, 71, 9-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.02.015>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** 2010: *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** 2017: *Atlas do Saneamento*. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/atlas/tematicos/16365-atlas-de-saneamento.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** 2018: *Panorama dos Municípios Brasileiros*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** 2022: *Panorama do Censo 2022: Plataforma Geográfica Interativa*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE, 2022. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>
- Jordão, Eduardo; Pessôa, Constantino.** 2009: *Tratamento de esgotos domésticos*. Rio de Janeiro (Brasil), ABES.
- Langhoff, María Laura; Geraldí, Alejandra; Rosell, Patricia.** 2017: The concept of hydrosocial cycle applied to the conflicts caused by access to water - the case of the dispute between the Argentine Provinces of la Pampa and Mendoza over Atuel River. *Geography Papers*, 63, 1-5. <http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2017/280681>
- Matos, Christiene R. L.; Berrêdo, José F.; Machado, Wilson; Metzger, Edouard; Sanders, Christian J.; Faial, Kelson C. F.; Cohen, Marcelo C. L.** 2022: Seasonal changes in metal and nutrient fluxes across the sediment-water interface in tropical mangrove creeks in the Amazon region. *Applied Geochemistry*, 138, 105217. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2022.105217>
- Medeiros, Rafael Brugnolli; Santos, Luiz Carlos Araujo dos.** 2024: Qualidade das águas e uso e cobertura da terra: subsídios para a gestão de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Pindaré, Maranhão – Brasil. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 24, 205-219. <https://doi.org/10.17561/at.24.7864>
- Miranda, Rogério Rego.** 2012: Interfaces do rural e do urbano em área de colonização antiga na Amazônia: estudo de colônias agrícolas em Igarapé-Açu e Castanhal (PA). *Campo & Território - Revista de Geografia Agrária*, 7(14), 1-36. <http://dx.doi.org/10.14393/RCT71414638>
- Monteiro, Marcela Cunha; Jiménez, José Antonio; Pereira, Luci Cajueiro Carneiro.** 2016: Natural and human controls of water quality of an Amazon estuary (Caeté-PA, Brazil). *Ocean & Coastal Management*, 124, 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.01.014>
- Montes, Caroline da Silva; Paixão, Leonardo Fernandes; Nunes, Bruno; Nunes, Zélia Maria Pimentel; Ferreira, Maria Auxiliadora Pantoja; Rocha, Rossineide Martins.** 2023: Investigating spatial-temporal contamination for two environments of the Amazon estuary: A multivariate approach. *Marine Environmental Research*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.105883>
- Mourão, Francianne Vieira; Sousa, Ana Carolina S. Rosa de; Mendes, Rosa Maria da Luz; Castro, Karina Mesquita; Silva, Alex Costa; El-Robrini, Maamar; Salomão, Ulisses de Oliveira; Pereira, José Almir Rodrigues; Santos, Maria de Lourdes Souza.** 2020: Water quality and eutrophication in the Curuçá estuary in northern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 39, 101450. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101450>
- Nascimento, Flávio Rodrigues.** 2011: Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios, em Medeiros, Cleyber Nascimento; Gomes, Daniel Dantas Moreira; Albuquerque, Emanuel Lindemberg Silva; Cruz, Maria Lúcia Brito (org.), *Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades*. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, 38-65.



- Obregón, Claudio Ernesto Esteban Tesser.** 2013: El agua y los territorios hídricos en la región Metropolitana de Santiago de Chile. Casos de estudio: Tiltill, Valle de Mallarauco y San Pedro de Melipilla. *Estudios Geográficos*, 74 (274), 255-285. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201309>
- Oliveira, Luã Kramer; Pignati, Wanderlei; Pignatti, Marta Gislene; Besserra, Lucimara; Leão, Luís Henrique da Costa.** 2018: Processos sócio-sanitários-ambiental da poluição por agrotóxicos na bacia dos rios Jurema, Tapajós e Amazonas em Mato Grosso, Brasil. *Saúde e Sociedade*, 27(2), 573-587. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902018170904>
- Ortiz, Marco; Wolff, Matthias.** 2004: Qualitative modelling for the Caeté Mangrove Estuary (North Brazil): a preliminary approach to an integrated eco-social analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61(2), 243-250. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.05.003>
- Pereira, Luci Cajueiro Carneiro; Sousa, Natália do Socorro da Silva; Rodrigues, Laiane Maria dos Santos; Monteiro, Marcela Cunha; Silva, Suellen Raiane Santos; Oliveira, Antonio Rafael Gomes; Dias, Ana Beatriz Brito; Costa, Raquírio Marinho.** 2021: Effects of the lack of basic public sanitation on the water quality of the Caeté River estuary in northern Brazil. *Ecology & Hydrobiology*, 21(2), 299-314. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2020.12.003>
- Peres, Renato; Souza, José Gilberto.** 2016: Water Incorporated in Agricultural Production: Water Balance Considerations, en Ioris, Antonio (Org.), *Agriculture, Environment and Development*. Springer International Publishing, 181-195.
- Poleto, Cristiano.** 2014: *Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos*. São Paulo (Brasil), Interciência.
- Rocha López, Rígel; Boelens, Rutgerd; Vos, Jeroen; Rap, Edwin.** 2019: Hydrosocial territories in dispute: Flows of water and power in an interbasin transfer project in Bolivia". *Water Alternatives*, 12(1), 267-284.
- Rodrigues, Camilly Mesquita; Vieira, Marília.** 2017: Cidades Amazônicas e urbanização: atuação dos agentes sociais sobre o município de Castanhal-PA. *Revista Unipap*, 23(43), 63-72. <https://doi.org/10.18066/revistaunipap.v23i43.428>
- Santos, Lucyana Barros; Barros, Márcia Nazaré Rodrigues; Coelho, Andréa dos Santos; Fenzl, Norbert.** 2020: Análise da Dinâmica do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13, 1935-1952. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.4.p1935-1952>
- São Francisco do Pará.** 2014: *Plano Municipal de Saneamento Básico*. [www.saofranciscodopara.pa.gov.br/](http://www.saofranciscodopara.pa.gov.br/)
- Silva, Cléa Araújo; Souza-Filho, Pedro Walfir M.; Rodrigues, Suzan W. P.** 2009: Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil)". *Continental Shelf Research*, 29(3), 619-631. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.09.018>
- Steffen, Gerusa Pauli Kist; Steffen, Ricardo Bemfica; Antonioli, Zaida Inês.** 2011: Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. *Tecnológica*, 15(1), 15-21. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v15i1.2016>
- Teixeira, Jean Michel Jorge.** 2015: *Diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Marapanim: um olhar sobre o distrito de Marudá e a Sede Municipal*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, (Brasil).
- Terra Alta.** 2018: *Prefeitura Municipal de Terra Alta*. <http://www.terraalta.pa.gov.br/institucional/#SobreTerraAlta>
- Trujillo, González Mayelin; Tejera, Rogelio García; Silveira, María Teresa Duran; Cádiz, Celia Rosa Grau.** 2022: O impacto do uso do solo na vulnerabilidade de um aquífero na bacia hidrográfica de San Juan, Cuba. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 21, 21-35. <https://doi.org/10.17561/at.21.6263>
- Tsutiya, Milton.** 2006: *Abastecimento de água*. São Paulo (Brasil), Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Tucci, Carlos.** 2008: Águas urbanas. *Estudos Avançados*, 22(63), 97-112. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>
- Veiga, João Paulo; Rodrigues, Pedro.** 2016: Arenas transnacionais, políticas públicas e meio ambiente: o caso de palma na Amazônia. *Ambiente e Sociedade*, 19(4), 1-20. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC132048V1942016>
- Vilhena, Maria do Perpetuo Socorro Progene; Costa, Marcondes Lima; Berrêdo, José Francisco.** 2010: Continental and marine contributions to formation of mangrove sediments in an Eastern Amazonian mudplain: The case of the Marapanim Estuary. *Journal of South American Earth Sciences*, 29(2), 427-438. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.005>