MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO CIBERESPACIAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E ENERGIAS RENOVÁVEIS

REJEANE NAZARÉ DA SILVA NUNES

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADES RURAIS DOS MUNICÍPIOS DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM/PA

BELÉM
2025

REJEANE NAZARÉ DA SILVA NUNES

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADES RURAIS DOS MUNICÍPIOS DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM/PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

Orientador(a): Profª Drª Silvana do Socorro Carvalho Veloso
Coorientadora: Esp. Andreza Lima Mello

BELÉM

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N972a Nunes, Rejeane Nazaré da Silva
Abastecimento de água e esgotamento sanitário como indicadores de sustentabilidade: estudo de caso em comunidades rurais do comitê da bacia hidrográfica do rio Marapanim / Rejeane Nazaré da Silva Nunes. - 2025.
81 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2025.
Orientador: Profa. Dra. Silvana do Socorro Carvalho Veloso
Coorientador: Profa. Esp. Andreza Lima Mello.

1. Índice de Sustentabilidade. 2. Abastecimento de Água. 3. Esgotamento Sanitário. 4. Comunidades Rurais. 5. Sustentabilidade Ambiental. I. Veloso, Silvana do Socorro Carvalho, *orient.* II. Título

CDD 620.8

REJEANE NAZARÉ DA SILVA NUNES

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADES RURAIS DOS MUNICÍPIOS DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

Orientador(a): Profª Drª Silvana do Socorro Carvalho Veloso
Coorientadora: Esp. Andreza Lima Mello

Aprovado em: 27 de março de 2025.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
SILVANA DO SOCORRO CARVALHO VELOSO
Data: 14/04/2025 08:49:33-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Drª. Silvana do Socorro C. Veloso
Universidade Federal Rural da Amazônia

Documento assinado digitalmente
MARIA DE LOURDES SOUZA SANTOS
Data: 14/04/2025 14:33:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Drª. Maria de Lourdes Souza Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia

Documento assinado digitalmente
DIEGO LIMA CRISPIM
Data: 14/04/2025 15:25:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dr Diêgo Lima Crispim
Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Nazaré, pela presença e por me guiar com fé por toda essa trajetória, pelo conforto nos dias difíceis e por me fazer resiliente para ter a oportunidade de realizar meus sonhos.

À minha família pelo apoio e, especialmente, aos meus pais Regina Nunes e Eduardo Nunes pelo amor incondicional, apoio em todas as minhas escolhas, por serem meus guias nas decisões, a razão dos meus esforços e meu alicerce nos momentos bons e ruins.

Aos meus amigos de turma e da vida que me acompanharam durante todos os anos de graduação, em especial ao "GP de quase sempre" que, mesmo em meio a momentos difíceis, tornou essa jornada muito mais leve e divertida, com a certeza de que tudo ia dar certo.

Às minhas amigas Amanda Rocha e Evelyn Alencar, por serem minhas companhias diárias, mesmo que de longe, por me ajudarem e partilharem os momentos de conquistas e frustrações comigo, sou grata por todas as conversas, amizade e ensinamentos.

Ao meu companheiro Marcio Junior por estar ao meu lado e ser meu apoio constante, por acreditar em mim mesmo quando eu não acreditava, por ajudar a alcançar meus objetivos e por partilhar dessa vida comigo.

Aos membros da EkonJr, por me acolherem e ensinarem tanto ainda no início do curso, assim como outros membros dos estágios que já passei, por proporcionarem experiências enriquecedoras que me ajudaram a crescer pessoal e profissionalmente.

À minha orientadora Profª Drª Silvana Veloso pelo compartilhamento de conhecimento e por acreditar no valor deste trabalho e à minha coorientadora Andreza Mello, pelos ensinamentos, paciência, atenção e, principalmente, pela amizade.

Agradeço também à SEMAS/PA, em especial à DIREH, pelo suporte e colaborações que foram fundamentais para a realização desta pesquisa, assim como pelo acolhimento e ensinamento durante o período que passei na diretoria.

Por fim, estendo minha gratidão à banca pelo aceite e considerações, e à todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

RESUMO

O Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) n°. 6, referente à Água Potável e Saneamento, visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, tendo em vista que a prestação adequada desses serviços é essencial para garantir qualidade de vida e desenvolvimento sustentável. O arcabouço legal nacional e estadual do Pará define a bacia hidrográfica como unidade de gestão e possui como princípios a universalização dos serviços de água e esgoto. Entretanto, o Brasil, especialmente comunidades rurais do Pará, enfrenta desafios frequentes, tanto estruturais, quanto institucionais na prestação desses serviços e na gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, o presente trabalho objetiva realizar um levantamento das condições de acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário de comunidades rurais dos municípios pertencentes ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim - BHRM e aplicar o Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural - ISHR, a fim de obter respostas que direcionem à gestão eficiente dos recursos hídricos. A pesquisa possui cunho quali-quantitativo e a metodologia foi baseada na aplicação do Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR), utilizando-se de dados secundários obtidos na Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMAS/PA), referentes às respostas a questionários aplicados a moradores das comunidades escolhidas, complementados com análise documental e geoespacial. O índice envolveu os componentes: Recursos Hídricos, Uso da Água e Acesso a Água, que envolvem, dentre outras questões, se há abastecimento de água, período, forma de armazenamento, tipo de instalação sanitária, se houveram casos de doenças de veiculação hídrica. Os resultados mostraram que 11 das 12 comunidades obtiveram o ISRH geral como "Potencialmente Sustentável" e apenas 1 como "Intermediário". As principais problemáticas observadas a partir da percepção dos moradores das comunidades estudadas foram: baixo abastecimento de água potável, armazenamento inadequado da água, baixo conhecimento e capacitação sobre recursos hídricos, baixa coleta e disposição inadequada de efluentes sanitários e fatores socioeconômicos, como baixa renda e escolaridade, que agravam a situação. Destaca-se a necessidade de ações de melhoria na infraestrutura adequada para as comunidades, criação de políticas públicas, educação ambiental e a integração dos entes envolvidos nos processos de gestão, em especial do CBHRM, a fim de alcançar a sustentabilidade hídrica e proporcionar melhor qualidade de vida às comunidades.

Palavras-chave: sustentabilidade hídrica; índice de sustentabilidade; saneamento básico; percepção social; gestão de recursos hídricos.

ABSTRACT

The Sustainable Development Goal (SDG) nº. 6, related to Clean Water and Sanitation, aims to ensure the availability and sustainable management of drinking water and sanitation for all, considering that the adequate provision of these services is essential for ensuring quality of life and sustainable development. The national and state legal framework of Pará defines the river basin as the management unit and establishes the universalization of water and sewage services as key principles. However, Brazil, particularly rural communities in Pará, frequently faces structural and institutional challenges in the provision of these services and in water resource management. Thus, this study aims to survey the conditions of access to water supply and sanitation services in rural communities of the municipalities that are part of the Marapanim River Basin Committee (CBHRM) and apply the Rural Water Sustainability Index (ISHR) to obtain insights that can guide the efficient management of water resources. The research has a qualitative and quantitative approach, and the methodology was based on the application of the ISHR, using secondary data obtained from the State Secretariat for the Environment of Pará (SEMAS/PA). These data were derived from responses to questionnaires applied to residents of selected communities, complemented by documentary and geospatial analysis. The index considered the following components: Water Resources, Water Use, and Water Access, which include aspects such as the presence of water supply, supply duration, storage methods, type of sanitation facilities, and occurrences of waterborne diseases. The results showed that 11 out of the 12 communities were classified as "Potentially Sustainable" according to the overall ISHR score, while only one was categorized as "Intermediate." The main issues identified from the residents' perspectives, which hinder water sustainability in the studied communities, were: low access to potable water supply, inadequate water storage, limited knowledge and training regarding water resources, insufficient collection and improper disposal of wastewater, and socioeconomic factors such as low income and education levels, which exacerbate the situation. This highlights the need for improvements in infrastructure, the development of public policies, environmental education, and the integration of all stakeholders involved in the management processes, particularly the CBHRM, to achieve water sustainability and improve the quality of life in these communities.

Keywords: water sustainability; Sustainability index; basic sanitation; social perception; water resources management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização das comunidades rurais estudadas na BHRM, no estado do Pará.....22

Figura 2 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim.....24

Figura 3 – Componentes do ISHR..... 29

Figura 4 – Mapa de localização das comunidades rurais estudadas e seus níveis de ISHR..... 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área de ocupação por município dentro dos limites da BHRM..... 23

Tabela 2 - Número de habitantes dos municípios dentro dos limites da BHRM..... 24

Tabela 3 - Discriminação por categoria do MZEE que ocorrem parcialmente ou dentro da BHRM quanto ao órgão gestor e tipo de unidade..... 25

Tabela 4 – Data, município, nome da comunidade rural e número de entrevistados.....34

Tabela 5 – Perfil social dos entrevistados..... 38

Tabela 6 – Média do componente de Recursos Hídricos em cada comunidade..... 40

Tabela 7 – Respostas das variáveis das 12 comunidades para cada indicador do componente de Recursos Hídricos..... 41

Tabela 8 – Média do componente de Uso da Água em cada comunidade.....46

Tabela 9 – Respostas das variáveis para cada indicador do componente de Uso da Água para as comunidades classificadas como Intermediárias e Potencialmente Sustentáveis, separadamente.....47

Tabela 10 – Média do componente de Acesso à Água em cada comunidade.....50

Tabela 11 – Respostas das variáveis para cada indicador do componente de Acesso à Água a para as comunidades classificadas como Intermediárias, Potencialmente Sustentáveis e Sustentáveis, separadamente.....52

Tabela 12 – Desempenho geral das comunidades quanto ao ISHR.....56

Tabela 13 – Relação entre o ISHR e a % de internações por doenças relacionadas ao saneamento inadequado em 2017 nos respectivos municípios..... 58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ODS – Objetivo do Desenvolvimento Sustentável

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

ISH – Índice de Sustentabilidade Hídrica

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CBHRM – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim

ISHR – Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural

LDNSB – Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

PSA – Plano de Segurança da Água

ONU – Organização das Nações Unidas

PNRH – Política Nacional de Recursos

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SEGRH – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

PERH/PA – Plano de Recursos Hídricos do Estado do Pará

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

SEMAS/PA – Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará

PER – Pressão-Estado-Resposta

FPEIR – Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta

ISHR – Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural

BHRM – Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

UC – Unidade de Conservação

MZEE – Macrozoneamento ecológico-econômico

IPH – Índice de Pobreza Hídrica

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SEIRH – Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
2 OBJETIVOS 13
2.1 Objetivo geral 13
2.2 Objetivos específicos 13
3 REFERENCIAL TEÓRICO 13
3.1 Esgotamento Sanitário: Legislações e impactos socioambientais 13
3.2 Abastecimento de água e recursos hídricos 16
3.3 Aspectos Legais dos Recursos Hídricos e a gestão integrada 18
3.4 Sustentabilidade e indicadores de sustentabilidade 20
4 MATERIAL E MÉTODOS 22
4.1 Área de Estudo 22
4.1.1 Localização 22
4.2.2 Aspectos socioambientais da bacia 23
4.3 Classificação da pesquisa 26
4.4 Procedimentos metodológicos 27
4.4.1 Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR) 27
4.4.2 Seleção dos componentes, subcomponente e indicadores 28
4.4.3 Definição das amostras e aplicação dos questionários 31
4.4.4 Cálculo do ISHR 34
4.4.5 Elaboração e classificação dos níveis de sustentabilidade 36
4.4.6 Análise geoespacial 36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 36
5.1 Perfil dos entrevistados 36
5.2 Desempenho das comunidades por componente 39
5.2.1 Componente de Recursos Hídricos 39
5.2.2 Componente de Uso da Água 45
5.2.3 Componente de Acesso à Água 50
5.3 Desempenho geral das comunidades quanto ao ISHR 55
5.4 Caminhos para a Sustentabilidade Hídrica 60
6 CONCLUSÃO 62
REFERÊNCIAS 64
ANEXO 77

1 INTRODUÇÃO

Durante a Assembleia Geral das Nações Unidas realizada em 2015 foram definidas 17 metas globais, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que tem um prazo até o ano de 2030 para concluir 169 metas em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta. Entre esses objetivos, há o ODS 6, referente à Água Potável e Saneamento, que visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.

O arcabouço legal nacional relacionado a essa ODS inclui a Lei Federal nº 9.433/1997, a Lei das Águas, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e estabelece que a gestão desse recurso deve ser sistemática, integrada e articulada com o planejamento regional, estadual e nacional (Brasil, 1997). A busca pelas melhorias nacionais também perpassa pelas questões tratadas pela Lei Federal nº 14.026/2020, o novo marco legal do saneamento básico, que considera como saneamento básico o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020).

Em direção contrária aos princípios e metas estabelecidas anteriormente, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) informa que, em 2022, mais de 30 milhões de brasileiros ainda não tinham acesso à água potável e cerca de 100 milhões viviam sem esgotamento sanitário adequado (Brasil, 2023). Na região Norte, em especial no estado do Pará, o cenário é ainda mais preocupante: dados de 2022 fornecidos pelo Painel do Saneamento Básico mostram que quase metade da população paraense não tem acesso à água e menos de 10% tem rede de coleta de esgoto (Painel Saneamento, 2023).

Franco e Castro (2024) explicam que, embora a disponibilidade hídrica na região Norte seja a maior do país, tanto de águas superficiais quanto subterrâneas, e haja uma abundância de outros recursos naturais, existem diversas defasagens e desafios para a entrega dos serviços e infraestrutura de saneamento básico de qualidade para as diversas regiões do estado. Para Sousa e Gomes (2020), esse cenário reflete não apenas disparidades regionais, mas também desigualdades socioeconômicas que afetam principalmente as populações mais pobres da região norte e nordeste do país.

Dessa forma, a gestão adequada desses serviços é fundamental para garantir que o alcance das metas nacionais e internacionais para esses setores sejam alcançadas. Diante dessa

necessidade, Silva (2023) explica que os indicadores de sustentabilidades são excelentes ferramentas para realizar a mensuração do atual estágio de desenvolvimento e o estado sustentável, ao passo que permite orientar o processo decisório e as políticas públicas do local em questão, importante tanto para os pesquisadores, quanto para tomadores de decisão. Entende-se, então, que a aplicação dessa ferramenta contribui para a implementação de práticas que visam a qualidade de vida da população e do meio ambiente.

Uma importante unidade de gestão e planejamento ambiental aceita por pesquisadores no mundo inteiro é a Bacia Hidrográfica, pois é baseada na dinâmica regional e ambiental (Toniolo *et al.,* 2021). Rocha e Lima (2022) destacam que um interessante indicador que pode ser utilizado na gestão hídrica é o Índice de Sustentabilidade Hídrica (ISH), pois busca manter o equilíbrio entre a oferta e demanda por água, destacando a sua interdisciplinaridade dentro das esferas ambientais, sociais e econômica, com componentes e indicadores para mensurar a sustentabilidade da água em diferentes escalas, como a de bacia hidrográfica.

Nesse contexto, a Lei das Águas institui o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) como um agente que desempenha um papel fundamental na gestão integrada e no debate de questões relacionadas aos recursos hídricos (Carmo Júnior, 2021). Silva Junior (2024) explica que no estado do Pará foi criado o primeiro e único comitê do estado até o momento, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM). Embora isso represente um avanço, Da Silva Junior *et al*. (2023) explicam que diversos desafios persistem na gestão desta bacia e na cobertura de serviços, tanto por parte dos comitês, quanto dos órgãos governamentais.

Dessa forma, este estudo objetiva utilizar as informações das condições de acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário como indicadores ambientais de sustentabilidade nas comunidades Alto Pererú, Arsênio, Curuperé, Fazendinha, João Coelho II, Km10/Nossa Senhora de Aparecida, Km92, Salgado Grande, Santa Maria do Maú, São Cristóvão, Nossa Senhora do Livramento e Vila Acapú, localizadas nos municípios pertencentes ao CBHRM. Busca-se, com isso, gerar informações que subsidiem uma gestão eficiente, participativa e sustentável dos recursos hídricos da bacia, assim como, que essas informações possam auxiliar no planejamento e implementação de ações voltadas à conservação da água, qualidade e cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento das condições de acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário de comunidades rurais dos municípios pertencentes ao CBHRM e aplicar o Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural - ISHR, visando obter respostas que direcionem à gestão eficiente dos recursos hídricos.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar um levantamento bibliográfico abrangente sobre os componentes, subcomponentes, indicadores e variáveis que compõem o ISHR e outros elementos relevantes para a pesquisa;
- Coletar informações de abastecimento de água e esgotamento sanitário de moradores de comunidades rurais dos municípios do CBHRM;
- Aplicar o ISHR em cada uma dessas comunidades rurais pertencentes aos municípios do CBHRM a partir das informações coletadas;
- Comparar resultados com estudos e legislação pertinente;
- Propor soluções para as problemáticas de abastecimento de água e esgoto nos municípios estudados baseado nos resultados do ISHR.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Esgotamento Sanitário: Legislações e impactos socioambientais

A Lei Federal nº 14.026 de 2020, conhecida como o Novo Marco Legal do Saneamento, atualiza e aprimora a Lei Federal nº 11.445/2007 - a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB) - e a Lei n° 9.984/2000 - que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e estabelece novas competências para a mesma (Brasil, 2020). De acordo com a referida lei, considera-se como saneamento básico: “o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.” (Brasil, 2020, Art. 3°)

Dentre outras inovações, a Lei Federal nº 11.445/2007 busca a universalização da oferta de água potável e a coleta e tratamento de esgoto para toda a população brasileira

(Brasil, 2020), que são componentes significativos de infraestrutura para o progresso social (Vilarinho e Do Couto, 2023). No entanto, a abrangência e qualidade ainda apresenta índices negativos alarmantes, especialmente por se tratar de um país com elevado grau de urbanização, cujo déficit atinge de forma direta a parcela da população mais carente, localizada nas periferias das cidades e nas áreas rurais (Santos *et al*., 2022).

Marchesi (2024) explica que o Novo Marco Legal do Saneamento é pautado, principalmente, nos princípios fundamentais da universalização do acesso, integralidade e efetiva prestação dos serviços de saneamento, realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente. Como forma de alcançar esses preceitos e os objetivos da LDNSB, foi criado pelo Governo Federal, com o Decreto n° 8.141 de 20 de novembro de 2013, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) como principal instrumento da Política Federal de Saneamento Básico (Pastre, 2023).

Borma *et al*. (2021) afirmam que o PLANSAB consiste no planejamento integrado dos quatro componentes do saneamento básico definidos pelo Novo Marco Legal do Saneamento, além de demais ações de interesse para a melhoria da salubridade ambiental. O PLANSAB possui objetivos e metas nacionais e regionalizadas com horizonte de 20 anos, diretrizes e orientações, proposições de programas, projetos e ações necessários para atingir as metas nacionais, assim como os procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações executadas (Brasil, 2019).

As metas ambiciosas do PLANSAB consideram que até 2033 a região Norte do país deve possuir: 94% dos municípios urbanos e rurais abastecidos com água por rede de distribuição, por poço ou nascente, e 87% de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora de esgoto ou fossa séptica ou esgotos sanitários (Brasil, 2025). Entretanto, dados da KPMG mostram que, considerando a série histórica de investimentos no país, essas metas só serão alcançadas em 2055 (Endo e Jodas, 2020).

No estado do Pará, há a Lei Estadual nº 7.731/2013, que dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e estabelece normas relativas aos serviços de abastecimento de água por rede geral, observados as quantidades necessárias para o atendimento da população (Paz de Aguiar *et al.*, 2024). A referida lei também tem como princípios a universalização desses serviços de forma adequada à saúde pública e proteção do meio ambiente, eficiência e sustentabilidade econômica, tendo como instrumentos para a implantação: O Sistema Estadual de Saneamento Básico; Plano Estadual de Saneamento

Básico; Sistema Estadual de Informações em Saneamento Básico; Capacitação e o Desenvolvimento Tecnológico em Saneamento; e o Fundo Estadual de Saneamento Básico (Pará, 2013).

Entretanto, esses princípios contrastam com as estatísticas atuais do estado. De acordo com dados de 2022 fornecidos pelo Painel do Saneamento Básico, 48,9% da população paraense não tem acesso à água e 91,5% não tem rede de coleta de esgoto (Painel Saneamento, 2023). Batista, Neu e Meyer (2022) afirmam que a Amazônia enfrenta uma histórica e persistente carência de saneamento básico, uma realidade especialmente precária nas áreas rurais, onde a falta de infraestrutura básica agrava as desigualdades sociais e ambientais.

Um Sistema de Esgotamento Sanitário é entendido como "um conjunto de obras e instalações que são destinadas a proporcionar a coleta, transporte e/ou afastamento, assim como o tratamento e a disposição final do esgoto, da forma mais adequada possível quanto ao padrão sanitário estabelecido" (Brasil, 2014). Eles podem ser individuais, atendendo uma unidade ou pequenos grupos habitacionais, como fossas sépticas e sumidouros, ou coletivos, com infraestruturas que recebem o lançamento de esgoto e o encaminham para o destino de forma adequada (Tochetto, 2021).

Os desafios que perpassam a entrega desses serviços de forma satisfatória são multifacetados e complexos. De acordo com Chaves e Arcoverde (2021), a desigualdade na prestação dos serviços de saneamento também acompanha as desigualdades dos níveis de desenvolvimento social e econômico das regiões brasileiras, ou seja, a má distribuição de renda, falta de acesso à educação e a infraestrutura são alguns dos problemas que assolam grande parte da população e dificulta o acesso a serviços básicos de saneamento. Assim, entende-se que os efeitos do acesso dos domicílios às infraestruturas básicas se dão de forma heterogênea por esses motivos (Medeiros, 2020).

Segundo o Instituto Trata Brasil (2024), a qualidade ambiental e de saúde é comprometida, principalmente, pela poluição dos corpos hídricos ocasionada por ações antrópicas e pela inexistência ou carência de soluções sanitárias apropriadas, o que aumenta a disseminação de doenças de veiculação hídrica e altera as características físico-químicas e microbiológicas da água. Para Magalhães *et al*. (2022), a baixa cobertura de saneamento, em especial de áreas rurais do país, diminui a qualidade de vida, bem-estar e saúde da população.

Ter acesso a uma água de qualidade e um bom sistema de coleta e tratamento de esgoto é essencial para afastar doenças que sobrecarregam o sistema de saúde, ocupam leitos e afetam a população (Instituto Trata Brasil, 2022). Dados publicados no Diagnóstico Situacional de Indicadores ODS feito pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2024) mostram que 88% das mortes por diarreias no mundo são causadas pelo saneamento inadequado. No Brasil, em 2011, mais de 396 mil pessoas foram internadas pela doença, totalizando gastos para o SUS de 140 milhões no mesmo ano, tendo os piores índices em municípios do Norte e Nordeste do país (Instituto Trata Brasil, 2022).

Em relação ao meio ambiente, Barros (2021) afirma que as ações de coleta e tratamento de esgoto são essenciais para a manutenção dos recursos naturais, pois garante que as impurezas incorporadas durante os processos sejam removidos antes do seu retorno a ambientes naturais. Assim, entende-se que os dejetos, resíduos e a própria água proveniente dos esgotos domésticos devem passar por um processo de coleta e tratamento antes de sua destinação final, para não afetar fatores ambientais e sociais (Medeiros, 2024).

Correia (2024) explicita que o saneamento básico e a gestão responsável dos recursos hídricos são fundamentais para o desenvolvimento sustentável da sociedade, razão pela qual é essencial envolver os beneficiários diretos desses serviços na formulação de políticas públicas. A lei nº 7.731/2013 enfatiza a importância dessa participação na formulação e implementação das políticas de saneamento, garantindo que as comunidades locais tenham voz ativa nas decisões que afetam diretamente suas vidas (Pará, 2013).

3.2 Abastecimento de água e recursos hídricos

A água é um recurso natural fonte de vida necessária a todos os seres vivos e está diretamente ligada à preservação dos ecossistemas e ao desenvolvimento da sociedade, economia e meio ambiente (Da Silva Junior *et al*., 2023). Dessa forma, Rodrigues, De Souza Araújo e Dos Santos Almeida (2024) afirmam que a população precisa ter acesso a esse recurso e seus serviços de forma satisfatória, pois a disponibilidade adequada da água é fundamental para promover o bem estar e saúde da população, assim como o abastecimento de atividades econômicas.

Embora o planeta seja composto por cerca de 70% de água, sua distribuição geográfica é desigual, e, nesse contexto, o Brasil se destaca como um país privilegiado, abrigando aproximadamente 12% das reservas de água doce do planeta, e, ao todo, são 200

mil microbacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (Angelis, 2022). Dados publicados pelo Ipea (2019) mostram que a maior disponibilidade de corpos d'água está concentrada nas regiões Norte e Centro Oeste, e Da Silva *et al*. (2020) afirma que a Região Hidrográfica Amazônica, sozinha, possui o correspondente a 81% da disponibilidade hídrica superficial de todo o país.

Apesar da água ser um recurso considerado renovável, Pasqualetto *et al.* (2022) afirmam que a disponibilidade dela é feita de forma heterogênea para a população. Castro (2022) explica que, no Brasil, ainda há situações de escassez de água, contaminação, infraestrutura envelhecida e deficitária e procedimentos ineficazes de gestão da água. Balbino *et al.* (2024) complementam afirmando que a adequada disponibilidade hídrica é crucial para influenciar a ocupação geográfica, o controle habitacional e o desenvolvimento econômico e regional.

No Pará, grande parte dos domicílios nas áreas rurais não estão ligadas a redes de abastecimento de água e, ao passo que os moradores passam a buscar fontes alternativas de captação de água, há chances de coletar e utilizar água contaminada com poluentes de diversos tipos, além de que grande parte dessa população desconhece as condições de potabilidade da água (Sousa *et al.,* 2016). Devido a essas questões, é necessário planejar o uso, pensando em garantir recursos hídricos em quantidade e qualidade adequada para as gerações atuais e futuras (SEMAS, 2023).

Para a água ser considerada potável, ela precisa seguir os padrões de qualidade da Portaria GM/Ms nº888, de 2021, que também mostra os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água (Brasil, 2021). Nesse contexto, a norma ABNT NBR 17080/2023, estabelece princípios e diretrizes para a elaboração e implementação de Planos de Segurança da Água (PSA), que objetiva assegurar o fornecimento de água segura e potável, adotando uma abordagem abrangente que avalia e gere os riscos desde a fonte de captação até o ponto de consumo (ABNT, 2023).

A escassez de água decorre de fatores como desperdício, poluição, crescimento populacional desordenado e períodos de seca (Api, 2021). Para Ribeiro (2022) e De Castilho Barbosa (2023), o crescimento demográfico desordenado, sem a devida estruturação de serviços básicos, somado à poluição desenfreada e à falta de políticas públicas eficazes, contribui para a deterioração da qualidade da água e afetam até aquíferos, dificultando o acesso à água de qualidade e expondo comunidades a contaminantes. Teles (2024) destaca

que a escassez pode obrigar comunidades a buscar água a grandes distâncias, resultando em dificuldades de acesso e altos custos, com impactos sociais e econômicos significativos.

3.3 Aspectos Legais dos Recursos Hídricos e a gestão integrada

Para Da Silva Junior *et al*. (2023), o uso e o aproveitamento da água de um território estão diretamente ligados ao modelo de gestão, ideais, valores do modelo de desenvolvimento e às particularidades de cada território. Barbosa (2023) explica que a gestão das águas é uma atividade analítica e participativa que busca formular princípios e diretrizes, desenvolver documentos orientadores e normativos, estruturar sistemas gerenciais que objetivam promover o uso consciente, o controle e proteção desses recursos. Para De Oliveira Félix (2023), a política das águas é só um dos componentes da gestão das águas, se fazendo necessário pensar também sobre os planos de uso, controle e proteção das águas, o gerenciamento e o monitoramento dos usos das águas.

Rodrigues (2019) explica que, inicialmente, a gestão das águas no Brasil era fragmentada e centralizada, com ações isoladas em cada setor. Porém, a partir da década de 90, após debates promovidos pela Organização das Nações Unidas - ONU na preparação para a Rio-92, houve uma transição para uma gestão integrada, descentralizada e participativa baseada na utilização de bacias hidrográficas, abordagem essa que se mostrou um modelo eficiente e adequado para a diversidade geográfica e hidrológica do Brasil (Peixoto, 2023).

O arcabouço legal que institucionaliza a gestão dos recursos hídricos inclui a Lei nº 9.433 de 1997, conhecida como Lei das Águas, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e informa que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da PNRH e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH (Brasil, 1997). Atrelado a isso, a PNRH também incluiu como integrante do SINGREH os Comitês de Bacia Hidrográfica - CBH, ao qual compete, dentre outras obrigações, arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia (Brasil, 1997).

A PNRH também considera a água como sendo um bem de domínio público, como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, define prioridades para situações de escassez e considera uma gestão que proporcione o uso múltiplo das águas, assim como uma gestão descentralizada (Brasil, 1997). Santos (2021) afirma que os objetivos da PNRH

convergem para a busca de um desenvolvimento sustentável e assegurada a participação de diferentes agentes, além de resguardar o uso múltiplo das águas.

No Pará, a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 6.381/2001) cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH), cujos integrantes são: Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), órgão gestor dos Recursos Hídricos, os Comitês de Bacias Hidrográficas, as Agências de Bacias os órgãos dos Poderes Públicos Estaduais e Municipais (Pará, 2001). Dentre seus instrumentos, há o Plano de Recursos Hídricos do Estado do Pará (PERH/PA), que também deve ser elaborado por bacia hidrográfica, que visa fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e o gerenciamento das águas (Pará, 2001).

Carvalho (2020) destaca que a bacia hidrográfica, como unidade de estudo, possibilita uma análise integrada de fatores ambientais, sociais e econômicos, considerando demandas e ofertas internas e externas à sua área. Correia (2024) complementa que o uso dos divisores de água define limites claros para uma gestão articulada entre os diversos agentes, facilitando a análise da disponibilidade e do uso das águas de forma integrada.

No arcabouço legal da gestão de recursos hídricos do Pará, a Resolução n° 16 de 2018, do Conselho estadual de Recursos Hídricos (CERH), estabelece diretrizes para a criaçõa e o funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH). De acordo com essa resolução, cabe aos CBHs arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos, além de aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia, e sugerir as providências necessárias para o cumprimento das metas estabelecidas. Correia (2024), afirma que o CBH precisa interagir diretamente com as decisões a serem tomadas em uma bacia, pois é formado por vários agentes que tomam decisões de forma coletiva e negociada.

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim - CBHRM foi instituído pelo Decreto nº 288, em setembro de 2019, do Governador do Estado do Pará como um órgão colegiado para atuar no âmbito dos seus limites geográficos (Pará, 2019). O CBHRM possui atribuições normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito de jurisdição da respectiva bacia hidrográfica e está localizado na Zona Costeira da Amazônia, no Nordeste Paraense e engloba 12 municípios, são eles: 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 (Mello *et al.*, 2024).

A mobilização para a criação do comitê iniciou-se em 2003, através de movimentos sociais que visavam a preservação de um trecho do rio Marapanim (Santos, Veloso e Nascimento, 2022). Para Cirilo e Almeida (2022), o amadurecimento deste movimento aconteceu a partir do ano 2015, com conferências com diversos representantes de instituições e entidades que residiam ou desenvolviam alguma atividade no âmbito da bacia, e, em 2017 foi iniciado o pedido de abertura do comitê e, posteriormente, foi instituído o primeiro e, atualmente, único Comitê de Bacia Hidrográfica do estado.

A criação e institucionalização desse comitê representa um avanço muito grande para a bacia. Entretanto, diversos desafios são encontrados pelo comitê e órgãos na gestão adequada das águas da região e prestação de serviços para a população, a exemplo de que antes da institucionalização do CBHRM já existia o regimento interno e a diretoria inicial, mas a elaboração do plano de bacia foi atrasada, pois o CERH/PA só foi criado seis anos após a publicação da PERH/PA, dificultando discussões e decisões (Cirilo e Almeida, 2020).

3.4 Sustentabilidade e indicadores de sustentabilidade

Henriques (2024) aponta que os desafios ambientais e sociais, mesmo em países ricos, reforçam a necessidade de um desenvolvimento holístico e sustentável que integre as dimensões ambiental, econômica, social e cultural. A sustentabilidade exige o equilíbrio entre justiça social, qualidade de vida e proteção ambiental, considerando o desenvolvimento sustentável a longo prazo (Jacobi, 1999, apud Silva e Pinheiro, 2024). Benneman, Lima e Silva (2024) complementam, destacando a complexidade da sustentabilidade e a necessidade de trabalhar suas diferentes esferas de forma interligada para respeitar os ecossistemas.

Acerca da adoção da sustentabilidade como premissa para o desenvolvimento atual, Teixeira *et al.* (2023) afirma que o desenvolvimento sustentável é definido como a capacidade da humanidade de atender às suas necessidades atuais sem comprometer a possibilidade das gerações futuras fazerem o mesmo. Da Veiga (2016) explica que essa definição, amplamente aceita e certificada, foi adotada pela comunidade internacional após a ONU declarar, em 1987, que o desenvolvimento sustentável deveria ser um princípio central para governos, instituições privadas, organizações e empresas.

Para promover a sustentabilidade hídrica, Juwana, Muttil e Perera (2012) destacam a importância da infraestrutura hídrica, da qualidade ambiental e da colaboração entre instituições e sociedade, aliando planejamento e tecnologia para garantir saúde e bem-estar.

Damke e Brandalise (2021) reforçam que compreender e quantificar fenômenos ambientais exige uma análise contextual que considere os diversos fatores que os influenciam, pois só assim é possível obter uma visão ampla e precisa.

Para quantificar, perceber e não ter apenas uma percepção superficial de um fenômeno, podem ser utilizadas ferramentas para estudar esses fenômenos. Nesse sentido, Da Cunha Kemerich, Ritter e De Borba (2014) e Benneman, Lima e Silva (2024) explica que os indicadores têm parâmetros que descrevem estados ou respostas de fenômenos, sendo essenciais para identificar problemas ambientais, orientar políticas públicas, planejamento eficiente e melhorias, ao passo que fornecerem informações importantes sobre as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável.

Os indicadores de sustentabilidade hídrica são ferramentas que podem ser usadas para subsidiar a gestão da água e tem sua base nos princípios de controle e oferta pelo gerenciamento e de monitoramento da disponibilidade (Rocha e Lima, 2022) e que, segundo a FAO (2017), as bases dessa ferramenta se baseiam, também, na percepção de consumo sustentável e de controle da escassez e poluição das águas.

Os Indicadores de Sustentabilidade Hídrica utilizam as mesmas bases dos indicadores Pressão-Estado-Resposta (PER), Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR) e outros, porém com recorte de bacia hidrográfica (Da Silva *et al.*, 2021). Rocha e Lima (2022) destacam que o ISH busca manter o equilíbrio dinâmico entre a oferta e demanda por água, de modo que os corpos hídricos sejam utilizados a taxas iguais ou inferiores a sua resiliência.

O Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR) utiliza componentes e indicadores para mensurar a sustentabilidade da água em diferentes escalas e é simples de operar, pois auxilia na obtenção de dados detalhados sobre a sustentabilidade hídrica local e sobre dificuldades da população nesse aspecto (Crispim, 2021). Da Silva *et al*. (2021) destaca que analisar indicadores em múltiplas escalas ajuda no planejamento público e na formulação de políticas sociais, transformando-os em ferramentas de controle e gestão.

Furigo *et al*. (2023) explica que o ambiente ecologicamente equilibrado é indissociáveis de acesso adequado ao abastecimento de água e à coleta e tratamento de esgoto, o que torna essas questões um poderoso instrumento de saúde pública e de desenvolvimento nacional, assim como Lima (2009) explica que os serviços de água e esgoto não estão dissociados do homem e do entorno, pois constituem teias hídricas da vida, e a consciência

dessa referência não pode se separar do objetivo principal desses serviços: o cuidado essencial com o atendimento das necessidades das pessoas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

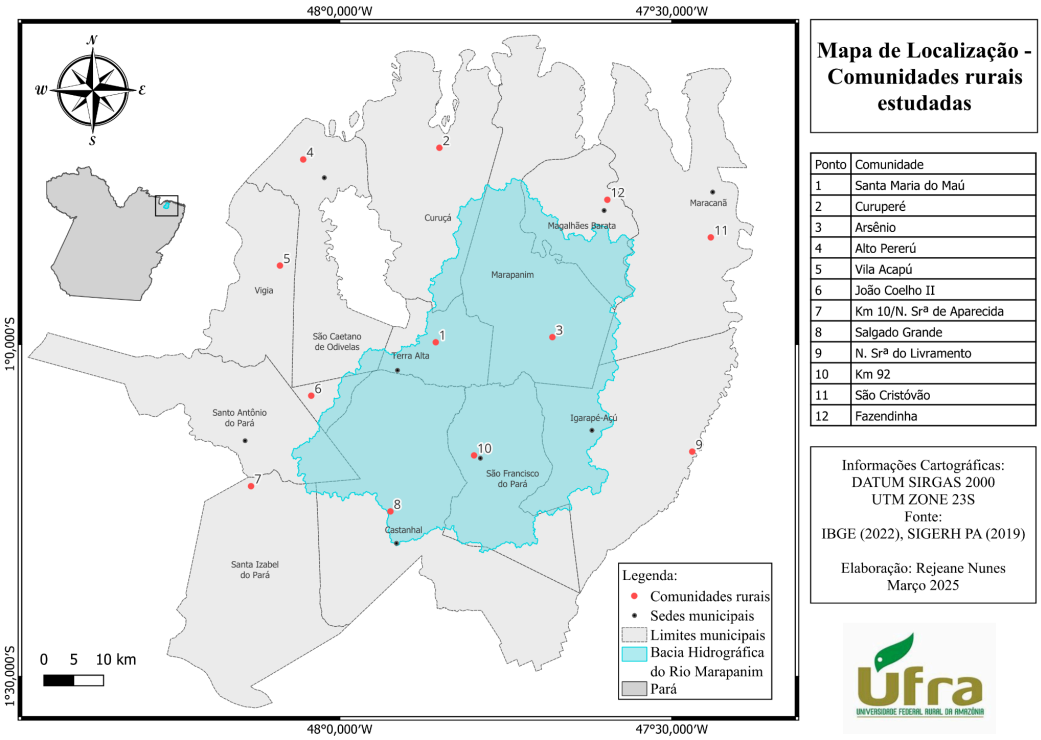
4.1 Área de Estudo

4.1.1 Localização

O estudo abrangeu os 12 (doze) municípios pertencentes ao CBHRM, são eles: 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, todos pertencem integralmente ao Estado do Pará e encontram-se na Microrregião do Salgado (Mello *et al.*, 2024).

Nesses municípios, foram estudadas 12 comunidades, sendo elas: Santa Maria do Maú (Terra Alta), Curuperé (Curuçá), Arsênio (Marapanim), Alto Pererú (São Caetano de Odivelas), Vila Acapú (Vigia), João Coelho II (gerenciada por Santo Antônio do Tauá),Km 10/Nossa Senhora de Aparecida (Santa Izabel do Pará), Salgado Grande (Castanhal), Nossa Senhora do Livramento (Igarapé-Açu), Fazendinha (Magalhães Barata), São Cristóvão (Maracanã) e Km 92 (São Francisco do Pará), conforme mostrado na figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização das comunidades rurais estudadas na BHRM, no estado do Pará.



Fonte: Autora (2025).

A bacia tem 2.296,22 km² e ocupa 5% e 95% das regiões intermediárias de Belém e Castanhal, respectivamente (Santos *et al.*, 2020). Ademais, ela é limitada ao norte pelo Oceano Atlântico e ao sul pela bacia do rio Guamá - Moju, ao leste pela baía do Marajó. Entre os municípios que se encontram dentro dos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (BHRM), o município de Marapanim é o que apresenta a maior parcela de seu território localizada na BHRM, correspondendo a 72,81 % (585,58 km²) e município de Santa Izabel do Pará a menor parcela (0,4%), proporcional a 2,91 km² (IBGE, 2022). As informações dos demais municípios estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1 - Área de ocupação por município dentro dos limites da BHRM

Município	Área total do município (km²)	Área do município na BHRM (km²)	Área do município na BHRM (%)	Área do município na BHRM/Área da BHRM (%)
Marapanim	804,26	585,58	72,81%	26,36%
Castanhal	1036,75	451	43,50%	20,30%
São Francisco do Pará	475,92	377,01	79,22%	16,97%
Igarapé-Açu	781,74	200,37	25,63%	9,02%
Terra Alta	203,17	168,08	82,73%	7,57%
Curuçá	678,71	64,09	9,44%	2,88%
Santo Antônio do Tauá	521,92	57,78	11,07%	2,60%
Vigia	672,88	27,49	4,09%	1,24%
São Caetano de Odivelas	756,27	14,11	1,87%	0,64%
Maracanã	870,09	15,72	1,81%	0,71%
Magalhães Barata	326,31	257,18	78,81%	11,58%
Santa Izabel do Pará	723,66	2,91	0,40%	0,13%

Fonte: Autora (2025).

4.2.2 Aspectos socioambientais da bacia

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), os municípios da BHRM juntos possuem quase 523 mil habitantes (Tabela 2). Os centros urbanos mais populosos são, respectivamente, Castanhal (192.256 hab.), Santa Izabel do Pará (73.019 hab.), Vigia (50.832 hab.), Igarapé-Açu (35.797 hab.) e Santo Antônio do Tauá (27.461 hab.).

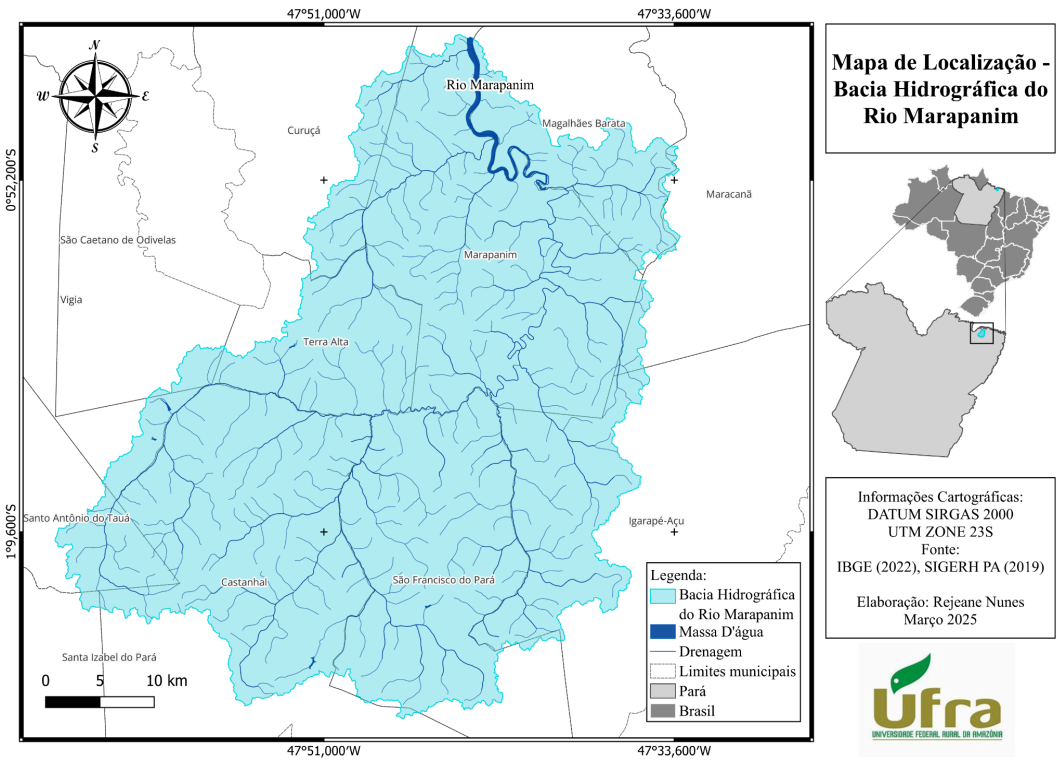
Tabela 2 - Número de habitantes dos municípios dentro dos limites da BHRM

Município	n° de Habitantes	% em relação ao total
Marapanim	25.573	4,90%
Castanhal	192.256	36,81%
São Francisco do Pará	14.894	2,85%
Igarapé-Açu	35.797	6,85%
Terra Alta	10.400	1,99%
Curuçá	41.262	7,90%
Santo Antônio do Tauá	27.461	5,26%
Vigia	50.832	9,73%
São Caetano de Odivelas	16.666	3,19%
Maracanã	25.971	4,97%
Magalhães Barata	8.115	1,55%
Santa Izabel do Pará	73.019	13,98%
Total	522.246	100,00%

Fonte: Autora (2025).

O rio principal da bacia é o rio Marapanim (Figura 2), com 127,96 km² de extensão e sua nascente principal está localizada no município de São Francisco do Pará (Da Silva Junior *et al*., 2023). Foram contabilizadas ao longo do percurso do rio Marapanim ao menos 219 nascentes, cuja maior parte está presente nos municípios de Marapanim, Castanhal e São Francisco do Pará, os quais sofrem os impactos do avanço dos empreendimentos industriais no espaço rural e da ocupação desordenada (Cirilo e Almeida, 2020).

Figura 2 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim



Fonte: Autora (2025).

A BHRM possui clima tropical, na categoria de megatérmico úmido (Santos *et al.*, 2020), e acordo com a classificação de Koppen-Geiger, o clima de toda a área da bacia é classificado como típico de monções (Am), com temperaturas anuais médias de 26,5°C e umidade relativa do ar de 80 a 85%. Os índices de pluviosidade são considerados altos, atingindo anualmente entre 2500mm e 3000mm, com estação chuvosa entre os meses de dezembro a maio (Cirilo e Almeida, 2020).

A vegetação original da região é a floresta ombrófila densa de terras baixas e a bacia também possui duas Unidades de Conservação (UC) de uso sustentável que são as Reservas Extrativistas Marinhas Cuiara Cuinarana e Mestre Lucindo que permitem em sua área a exploração e o aproveitamento econômico direto dos recursos de forma planejada e regulamentada (Santos *et al.,* 2019).

Segundo os dados do Macrozoneamento ecológico-econômico (MZEE) do estado do Pará (SEMAS, 2017), a BHRM é constituída por zonas de consolidação, zonas ambientalmente sensíveis e pelas reservas extrativistas Marinha Cuinarana e Marinha Mestre Lucindo, não ocorrendo comunidades indígenas. A gestão das categorias do MZEE e das UC podem ser visualizadas na tabela 3.

Tabela 3 - Discriminação por categoria do MZEE que ocorrem parcialmente ou dentro da BHRM quanto ao órgão gestor e tipo de unidade

Categoria	Nome	Município	Categoria Territorial	Órgão Gestor	Tipo de Unidade
Reserva Extrativista	Marinha Mestre Lucindo	Marapanim	Uso Sustentável	ICMBio	Federal
Reserva Extrativista	Marinha Cuinarana	Magalhães Barata	Uso Sustentável	ICMBio	Federal
Zona Ambientalmente Sensível	-	Vários municípios	-	SEMAS	Estadual
Zona de Consolidação	Consolidação das Atividades Produtivas	Vários municípios	Consolidação das Atividades Produtivas	-	-

Fonte: Autora (2025).

A bacia encontra-se localizada na Zona Costeira da Amazônia, no Nordeste Paraense, caracterizada por ser uma das fronteiras de colonização agrícola mais antiga da Amazônia. Atrelado a isso, a organização do meio espacial e social da região do nordeste paraense esteve muito ligada aos rios que foram povoados em suas margens ao passar do tempo e originaram cidades muito conectadas à dinâmica dos rios (Santos *et al.*, 2019). Com o passar dos anos,

foi possível observar que os processos de desenvolvimento da região têm alterado a cobertura vegetal e a qualidade da bacia (De Souza Andrade *et al*., 2018).

Atividades agrícolas e pecuárias na bacia removeram grande parte da floresta primária, levando à regeneração para vegetação secundária que, após anos, retorna ao uso produtivo. Posteriormente, a construção da ferrovia Belém-Bragança, em 1884, impulsionou a urbanização e infraestrutura, mas contribuiu para o assoreamento de igarapés, desmatamento e descarte inadequado de resíduos nos cursos d'água (Santos *et al.*, 2019 e Coelho *et al*., 2018).

A forte pressão ambiental exercida na bacia continuou com o passar dos anos durante o seu processo de ocupação territorial. De acordo com dados do INPE-PRODES (2017) a bacia do rio Marapanim perdeu o que equivalente a 80% de sua área desflorestada até o ano de 2017, principalmente nos municípios de Marapanim, Castanhal, São Francisco do Pará e Igarapé-Açu, áreas essas ocupadas principalmente por pastagens, mosaicos de ocupação e áreas de vegetação secundária, impactando negativamente os corpos d'água da região (De Souza Andrade *et al*., 2018).

Desde os primórdios do desenvolvimento humano na região, as principais produções econômicas sempre foram ligadas à agricultura e extrativismo florestal, principalmente com a produção de arroz, feijão, mandioca, algodão e pimenta-do-reino, responsáveis por grandes alterações nas áreas de vegetação primária da bacia (Filpo, 2023). Na atualidade, área estão sendo substituídas por pastagens e áreas silvicultura com o desenvolvimento da bioenergética a partir do cultivo do dendê, e o remanescente ainda é encontrado, majoritariamente, ao longo da rede de drenagem protegendo os mananciais (Santos *et al.*, 2019).

Em relação aos principais usuários de água da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, (Cirilo e Almeida, 2020) afirma que, de acordo com dados dos órgãos ambientais responsáveis, são: COSANPA; indústrias de água mineral e de gelo; indústrias de pesca; agroindústrias de dendê, acerola, açaí e coco; fazendas agropecuárias; pequenas cooperativas de agricultores, piscicultores e produtores de mandioca.

4.3 Classificação da pesquisa

Segundo Prodanov e De Freitas (2013), a pesquisa científica pode ser classificada quanto à natureza, forma de abordagem, objetivos e procedimentos adotados. Seguindo essa classificação, o presente estudo é, em relação a sua natureza, uma pesquisa aplicada, pois busca informações de tópicos específicos, como os de abastecimento de água e esgotamento

sanitário em comunidades nos municípios que compreendem o CBHRM como forma de produzir informações para subsidiar a gestão da área.

Em relação ao objetivo da pesquisa, ela é exploratória majoritariamente na fase preliminar do estudo, quando há a pesquisa que visa entender e coletar informações sobre o assunto, a fim de delimitar o direcionamento da pesquisa, objetivos e procedimentos a serem aplicados. Os principais materiais utilizados foram: Artigos científicos, dissertações de mestrado e doutorado, livros, legislações e relatórios técnicos sobre a temática de recursos hídricos, indicadores ambientais, desenvolvimento sustentável e saneamento básico. A parte descritiva abrangeu a observação e análise dos dados, para descobrir a frequência do fenômeno pesquisado para a descrição dos resultados, utilizando-se de informações de entrevistas com aplicação de formulários.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, pode-se classificar o trabalho como um estudo de caso, pois traz uma análise e descrição com uma riqueza de dados que contribuem para o saber na área de conhecimentos na qual foi utilizada (Pereira *et al.*, 2018), no caso, questões de abastecimento de água e esgotamento de comunidades rurais escolhidos nos municípios do CBHRM. Já o método é quali-quantitativo, pois engloba informações e resultados tanto qualitativos, relacionadas à percepção da população em relação à qualidade da água e outras características da região em que residem, quanto quantitativo, com valores numéricos acerca do objeto de estudo.

4.4 Procedimentos metodológicos

4.4.1 Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR)

O ISHR é um instrumento que permite uma análise holística dos processos que envolvem recursos hídricos. Ele busca colaborar na gestão e planejamento dos recursos hídricos e identifica locais prioritários que necessitam da intervenção do Estado para que sejam desenvolvidas estratégias que visam garantir o acesso e uso da água de forma adequada para a população, assim como busca auxiliar os tomadores de decisões a encontrar respostas eficientes para a gestão da água em escala local (Crispim, 2021).

O modelo do sistema para o ISHR foi ajustado pelo mesmo autor com base em diversos estudos anteriores que abordam a sustentabilidade hídrica, a pobreza hídrica e empregam componentes e indicadores para mensurar a sustentabilidade da água com diferentes formas de análise e em diferentes escalas, como nacional, regional, municipal,

bacia hidrográfica, distrito ou província. A estrutura foi definida com base no Índice de Pobreza Hídrica (IPH), que foi criado para mensurar a disponibilidade de água e a capacidade da população de ter acesso a ela (Sullivan, 2002) e os criadores acreditavam que tinha uma grande relação entre a pobreza e a disponibilidade de água (Juwana, Muttil e Perera, 2012).

A elaboração do ISHR abrangeu diversas etapas. Crispim *et al.* (2020) explica que inicialmente, foi feita a definição das bases teóricas do índice de sustentabilidade, ou seja, o modelo conceitual e posteriormente foi feita a caracterização do índice, mostrando a finalidade, objetivos da elaboração e formatação final. Com isso, foi possível fazer a seleção dos componentes, subcomponentes e indicadores que compõem o ISHR ao utilizar trabalhos internacionais, regionais e locais relacionados à temática.

Em seguida, foi definida uma escala de aplicação do ISHR para melhorar a gestão da água em comunidades rurais, com grande detalhamento de informações e que leva em consideração a perspectiva do usuário. Ademais, a revisão bibliográfica resultou na seleção de 58 indicadores, agrupados em 21 subcomponentes, que estão inseridos em 5 componentes, escolhidos a partir de referências como Aleixo *et al*. (2016), Maia, Fernandes e Teixeira (2016), Silva, Alves e Portilho (2016), Gama *et al.* (2018), Gomes e Heller (2016), Sousa *et al.* (2016), Giatti e Cutolo (2012) e Andrade *et al.* (2016). Cujos dados são coletados em campo para a obtenção de dados primários, considerando a unidade familiar como fonte de informação para a aquisição dos dados.

A definição dos pesos de cada componente foi feita a partir da utilização do método Delphi e houve a participação de 34 *experts* na área de recursos hídricos no processo e duas rodadas de análise Crispim *et al.* (2020). O método Delphi é um método de natureza qualitativa que consiste em um conjunto de questionários que são respondidos em sequência individualmente por especialistas, com informações resumidas sobre as respostas do grupo aos questionários anteriores até que cheguem em um consenso (Dos Santos e Pimentel, 2024), dessa forma é capaz de se estabelecer uma forma de diálogo entre os participantes, através da coleta e análise de opiniões (Marques e Freitas, 2018).

4.4.2 Seleção dos componentes, subcomponente e indicadores

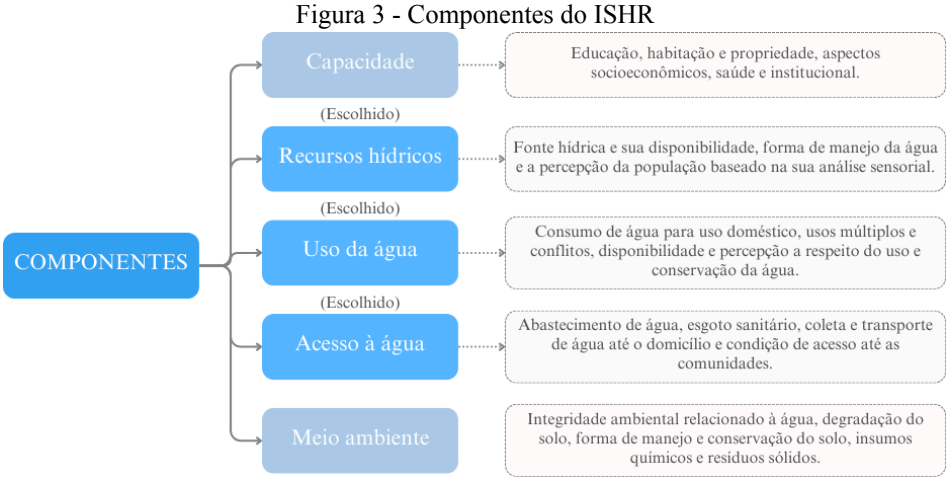
Os componentes, subcomponentes e indicadores propostos no ISHR utilizados no presente trabalho foram selecionados de acordo com o interesse da pesquisa. Prodanov e De Freitas (2013) explicam que diversos são os fatores que interferem na escolha de um tema ou

questões específicas em uma pesquisa, alguns deles são: a significação do tema escolhido, grau de interesse pessoal e social, limites e capacidades do pesquisador, entre outros. Segundo Vieira (2019), os indicadores de sustentabilidade possuem como característica a possibilidade de adaptar diferentes metodologias de análise a diferentes recortes espaciais e aspectos de desenvolvimento para cada cenário, de acordo com o propósito de avaliação e definição de sustentabilidade.

Estudos como o de Lameira *et al.* (2016), Santos (2016) e Buckley (2010) utilizaram indicadores ambientais e de sustentabilidade adaptados para o foco respectivo de cada pesquisa. Santos (2016) explica que a adaptação do indicador se fez necessária em virtude do foco de seu trabalho ser na análise do saneamento básico e a avaliação do estado de saúde da população da área estudada. Para Lameira *et al.* (2016), a existência de diversos indicadores de sustentabilidade é considerada positiva, principalmente pela possibilidade de utilizar cada uma delas com adaptações, de modo a mensurar mais particularmente os elementos que efetivamente interferem numa dada realidade a ser estudada.

A partir disso, é preciso escolher e desenvolver metodologias, parâmetros, critérios e instrumentos que se adaptem ao objeto de análise (Souza *et al.*, 2009). Assim, as adaptações de escolhas dos componentes do ISHR para a presente pesquisa levou em consideração o assunto ao qual o trabalho foca, que são as informações relacionadas aos recursos hídricos ao qual comunidades dos municípios do CBHRM têm acesso, a forma de uso, qualidade e abastecimento desse recurso por essas comunidades, assim como a cobertura e as formas de esgotamento sanitário presentes nessas moradias. Dessa forma, foram selecionados 3 dos 5 componentes presentes no ISHR, por caracterizarem especificamente as informações do foco da pesquisa supracitado, conforme descrito na figura 3.

Figura 3 - Componentes do ISHR



Fonte: Autora (2025).

Conforme mostrado, os componentes selecionados para compor a pesquisa são Recursos Hídricos, Uso da Água e Acesso a água, que são mais detalhadamente descritos a seguir:

- Recursos hídricos: Esse componente considera a disponibilidade física da água, ou seja, são abordadas questões sobre a fonte hídrica e sua disponibilidade, forma de manejo da água realizada pelos comunitários e a percepção da população sobre a água baseado na sua análise sensorial.
- Uso da água: Aborda os diversos usos da água na unidade familiar, incluindo sistemas individuais e coletivos, como uso da água para consumo de água para uso doméstico, dessedentação de animais, atividades produtivas para geração de renda, usos múltiplos e conflitos pela água, disponibilidade de água e percepção a respeito do uso e conservação da água. Assim, permitindo observar os hábitos quanto ao consumo de água, de forma a colaborar em seus usos prioritários de acordo com a demanda e economia local, bem como proporcionar incentivo tanto na racionalização como no reuso de água.
- Acesso à água: Retrata um conjunto de dados que aborda temas como abastecimento de água. Aborda se a população tem acesso ou não à água para consumo humano, distância para fonte segura de água, tempo gasto para coleta, espera e transporte da água, quantidade de vezes de coleta de água para levar ao domicílio e aborda condições sanitárias da residência.

Em relação aos pesos atribuídos para cada componente e subcomponente, nas adaptações feitas por Buckley (2010) na sua pesquisa utilizando um tipo de indicador ambiental, foram atribuídos pesos aos subcomponentes do indicador de acordo com o grau de importância de cada um deles. O mesmo autor explica que Indicadores com qualidades heterogêneas podem levar à atribuição de diferentes pesos a cada um, baseada na análise subjetiva do pesquisador, e a sistematização das informações obtidas pode ser efetuada em níveis crescentes de simplificação, conforme os dados vão sendo combinados.

Dessa forma, é possível entender que os fatores de ponderação para cada subcomponente pode ser modificado na metodologia a depender do interesse do pesquisador. Na metodologia de Crispim (2021) a soma dos pesos dos 5 componentes totaliza 100, entretanto, para o atual trabalho, os pesos dos 3 componentes tiveram que ser adaptados, pois o total dos 3 escolhidos é 63,86. A adaptação foi feita de forma a aumentar proporcionalmente

o valor dos pesos de cada um dos componentes até totalizar 100 na soma dos 3 componentes selecionados, utilizando-se do seguinte cálculo (1):

$$P = Po * 100 / 63,86 \quad (1)$$

Sendo ***P*** o peso final a ser utilizado e ***Po*** o peso inicial da metodologia.

Essa adaptação precisou ser realizada para que as análises estatísticas dos resultados não fossem comprometidas posteriormente, conforme mostrado no quadro 1.

Quadro 1 - Componentes e subcomponentes escolhidos com os pesos originais e adaptados.

COMPONENTES	**SUBCOMPONENTES**	**PESOS (CRISPIM, 2021) - *Po***	**PESOS (ADAPTADO) - *P***
RECURSOS HÍDRICOS	Qualidade da água	21,36	33,45
	Fonte hídrica		
	Manejo dos recursos hídricos		
USO DA ÁGUA	Consumo de água para uso doméstico	19,32	30,25
	Usos múltiplos e conflitos		
	Disponibilidade de água		
	Percepção sobre uso e conservação da água		
ACESSO À ÁGUA	Abastecimento de água	23,18	36,30
	Situação sanitária das residências		
	Transporte da água do manancial para residência		
	Acesso à comunidade		
TOTAL		63,86	100,00

Fonte: Adaptado de Crispim (2021)

Foram utilizados os subcomponentes e indicadores que já estavam inclusos em cada componente inicialmente, sem necessidade de modificações, assim como seu peso. Cada subcomponente possui um peso, ao qual soma 100 no total para o componente, como não houveram modificações, os pesos se mantiveram inalterados em relação à metodologia original. Os indicadores são medidos a partir das respostas para cada pergunta, variando as notas de acordo com cada uma das respostas que se enquadram em uma das variáveis atribuídas, conforme mostrado no Anexo 1.

4.4.3 Definição das amostras e aplicação dos questionários

Para a obtenção dos dados desta pesquisa, utilizados no cálculo do ISHR de cada comunidade, foram coletadas as respostas de uma entrevista realizada pela Diretoria de

Recursos Hídricos (DIREH) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS/PA). A entrevista foi feita utilizando-se de um questionário estruturado, aplicado a um ou mais representantes de comunidades rurais dos municípios pertencentes ao CBHRM. Venâncio e Pessôa (2008) explica que as comunidades rurais estão territorializadas por ligações ou vínculos de familiaridade, confiança e solidariedade, assim como podem ser constituídas por membros em associações e ligadas por um mesmo objetivo e interesse comum.

Lakatos e Marconi (2007) explicam que a amostra é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população), ou seja, uma parte do conjunto de indivíduos que é selecionada com base em critérios específicos. No total, foram selecionadas 12 comunidades, uma em cada município. A seleção dessas comunidades teve como critério a representatividade local e a acessibilidade, garantindo que os dados coletados refletissem a realidade das diferentes localidades dentro da bacia hidrográfica. Os questionários buscaram captar informações relevantes e com alto nível de detalhamento sobre os variados indicadores inseridos em cada subcomponentes do ISHR, permitindo uma análise abrangente e com alto nível de detalhamento sobre cada um dos componentes de Recursos Hídricos, Uso da Água e Acesso à Água.

O questionário utilizado foi formulado a partir do trabalho desenvolvido por Crispim (2021) e a seleção dos componentes estudados foi adaptada para o presente trabalho. Foram selecionadas para análise as respostas 31 questões do questionário, essas questões eram tanto abertas, quanto fechadas, sendo 12 sobre o componente Recursos Hídricos, 9 sobre o Uso da Água e 10 sobre o Acesso à Água.

A aplicação do questionário foi feita de forma presencial, sendo direcionada a entrevista apenas para maiores de 18 anos, com o entrevistador realizando e registrando as perguntas, garantindo a participação de todos, inclusive daqueles que não sabiam ler ou escrever, assim como sanou eventuais dúvidas por parte do entrevistado durante a entrevista. Dessa forma, buscou-se minimizar a limitação dessa metodologia, que frequentemente exclui esses participantes (Pereira *et al.*, 2018), além de assegurar que todas as perguntas fossem devidamente respondidas em todas as situações, sem a necessidade de retorno das respostas.

Para a determinação do tamanho das amostras (quantidade de entrevistados), os entrevistadores da DIREH utilizaram a metodologia de amostragem bola de neve para selecionar os participantes, definido como um método de amostragem não-probabilístico em

que participantes iniciais indicam outros participantes dentro do universo amostral até atingir a quantidade de respostas desejada (Dewes, 2013). O processo de visita em campo e coleta dos dados foi feito entre os dias 11 de novembro a 12 de dezembro de 2024 e contou com uma exposição prévia sobre o tema antes da realização das entrevistas para evitar quaisquer dúvidas durante a coleta.

As comunidades rurais visitadas foram: Alto Pererú (São Caetano de Odivelas), Arsênio (Marapanim), Curuperé (Curuçá), Fazendinha (Magalhães Barata), João Coelho II (Santo Antônio do Tauá), Km 10/Nossa Senhora de Aparecida (Santa Izabel do Pará), Km 92 (São Francisco do Pará), Nossa Senhora do Livramento (Igarapé-Açu), Salgado Grande (Castanhal), Santa Maria do Maú (Terra Alta), São Cristóvão (Maracanã) e Vila Acapú (Vigia).

A aplicação dos questionários começou em 11/11/2024, com 15 entrevistas na comunidade Santa Maria do Mauá, em Terra Alta. No dia seguinte (12/11), a equipe coletou dados em Curuçá e Marapanim, totalizando 26 entrevistados - 10 na comunidade Curuperé e 16 na comunidade Arsênio. Em 13/11, as entrevistas ocorreram nas comunidades Alto Pererú, em São Caetano de Odivelas (11 participantes), e Vila Acapú, em Vigia (8 participantes). No dia 14/11, a pesquisa seguiu para Santo Antônio do Tauá, na comunidade João Coelho II (11 entrevistados), e Santa Izabel do Pará, na comunidade Km 10/Nossa Senhora de Aparecida (7 entrevistados).

A etapa final aconteceu em dezembro, a partir do dia 09/12, com 5 entrevistas na comunidade Salgado Grande, em Castanhal. No dia 10/12, foram coletados dados em Nossa Senhora do Livramento, em Igarapé-Açu (11 participantes), e na comunidade Fazendinha, em Magalhães Barata (8 participantes). Em 11/12, a equipe esteve em São Cristóvão, no município de Maracanã, onde 6 pessoas foram entrevistadas. Por fim, em 12/12, a pesquisa foi concluída com 8 entrevistas na comunidade Km 92, em São Francisco do Pará.

Ademais, as coordenadas geográficas de coleta em cada comunidade foi registrada utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS), para o posterior tratamento e visualização das comunidades dentro do território de cada município. Ao total, foram entrevistadas 116 pessoas, a Tabela 4 apresenta a distribuição das entrevistas realizadas no estudo, especificando as datas, os municípios visitados, as comunidades rurais envolvidas e o número total de entrevistados em cada localidade.

Tabela 4 – Data, município, nome da comunidade rural e número de entrevistados

Data	Município	Comunidade	Nº de entrevistados
11/11/2024	Terra Alta	Santa Maria do Maú	15
12/11/2024	Curuçá	Curuperé	10
	Marapanim	Arsênio	16
13/11/2024	São Caetano de Odivelas	Alto Pererú	11
	Vigia	Vila Acapú	8
14/11/2024	Santo Antônio do Tauá	João Coelho II	11
	Santa Izabel do Pará	Km 10/N. Sra. de Aparecida	7
09/12/2024	Castanhal	Salgado Grande	5
10/12/2024	Igarapé-Açu	Nossa Senhora do Livramento	11
	Magalhães Barata	Fazendinha	8
11/12/2024	Maracanã	São Cristóvão	6
12/12/2024	São Francisco do Pará	Km 92	8
		Total	**116**

Fonte**:** Autora (2025).

4.4.4 Cálculo do ISHR

Os procedimentos apresentados a seguir e os dados coletados foram organizados e analisados no Software de Planilhas Eletrônicas Microsoft Excel, ainda nele foram feitas as tabelas apresentadas no presente trabalho, organização para a apresentação dos valores dos procedimentos metodológicos e resultados.

Conforme mostrado no anexo 1, cada variável, que representa uma resposta dada pelos entrevistados para as perguntas de cada indicador, possui uma nota variando de 0 a 10, sendo 0 a pior nota, com a pior resposta esperada, e 10 a maior nota, com a melhor resposta esperada. Dessa forma, com as notas atribuídas para cada indicador dentro dos subcomponentes, é determinada a taxa de cada um desses subcomponentes a partir da média aritmética das notas das variáveis, calculada pela soma das notas, dividida pelo número de variáveis (Equação 2).

$$SC_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_j}{n} \qquad (2)$$

Onde:

SCi é o valor a ser atribuído ao indicador i;

n é o número de variáveis que integram o indicador;

Xj é a nota determinada ao entrevistado para o indicador j.

As taxas dos componentes foram determinadas pela média aritmética dos subcomponentes calculados anteriormente ponderados pelo peso de cada um deles (de 0 a 100), conforme também mostrado no anexo 1, onde a soma dos pelos deve totalizar 100. A média aritmética é determinada pelo somatório das notas de cada subcomponente multiplicado pelo peso de cada um deles dividido por 100 (Equação 3).

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^{Nsc} (SC_i \times W_i)}{100} \tag{3}$$

Onde:

Ck é o valor do componente *k*;

Nsc é o número de subcomponentes que constituem o componente *k*;

SCi é o valor do subcomponente *i*;

Wi é o peso do subcomponente i em relação ao componente *k*.

Para a definição do ISHR de cada comunidade é empregada a Equação 4, onde os componentes do ISHR são ponderados de acordo com a sua respectiva importância, ou seja, seu peso adaptado (quadro 1) em que o somatório deles resulta em 100.

$$ISHR = \frac{\sum_{k=1}^{nc} (C_k \times P_k)}{100} \tag{4}$$

Onde:

ISHR é o Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural;

nc é o número de componentes que constituem o ISHR;

Ck é o valor do componente *k*;

Pk é o peso do componente *k* quanto ao ISHR.

4.4.5 Elaboração e classificação dos níveis de sustentabilidade

O próximo passo consistiu na interpretação dos valores do cálculo de ISHR de cada comunidade estudada. A interpretação desses resultados de cada subcomponente e do índice agregado pode ser baseada em valores de referências de artigos em periódicos (Silva e Cândido, 2016). Os níveis de sustentabilidade foram, então, fundamentados em valores de

referências usados em trabalhos posteriores sobre indicadores de sustentabilidade, como de Araújo e Cândido (2017).

Cardoso, Toledo e Vieira (2016) afirmam que ao utilizar faixas de desempenho para indicadores precisa ser seguida uma lógica direta, isto é, quanto maior o seu valor, mais sustentável é a comunidade. Dessa forma, foram divididos 5 intervalos de mesmo comprimento, variando de 0 a 10 e de Insustentável a Sustentável, para classificar o ISHR e os seus componentes, conforme mostrado no quadro 2:

Quadro 2 - Faixas do ISHR.

FAIXA DO ISHR (0-10)	NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	COLORAÇÃO
0,0 – 2,0	Insustentável	
2,1 – 4,0	Potencialmente Insustentável	
4,1 – 6,0	Intermediário	
6,1 – 8,0	Potencialmente Sustentável	
8,1 – 10,0	Sustentável	

Fonte: Adaptado de Araújo e Cândido (2017), Crispim *et al*. (2020).

4.4.6 Análise geoespacial

Ademais, para uma análise espacial e apresentação visual dos resultados, pontos de coleta de dados e as características ambientais dos municípios da BHRM, foi utilizado o Software gratuito de processamento de dados espaciais Quantum GIS (QGIS), versão 3.34.11. Foi realizada a análise e produção dos mapas de localização, utilizando-se dos dados obtidos durante a pesquisa e de dados secundários. Esses dados secundários foram coletados de fontes oficiais com informações ambientais de entidades federais, estaduais e municipais, como o Portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, sites oficiais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS/PA), Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH) e o site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Perfil dos entrevistados

Observando os dados de coleta de respostas, percebe-se que algumas comunidades tiveram um número significativamente maior de entrevistados do que outras. A maior quantidade foi registrada na comunidade Arsênio, no município de Marapanim, com 16

participantes. Da mesma forma, Santa Maria do Mauá (Terra Alta) e Curuperé (Curuçá) tiveram um número expressivo de respondentes, com 15 e 10 entrevistas, respectivamente. Isso pode indicar um maior engajamento da população local ou uma facilidade de acesso e disponibilidade dos moradores no momento da coleta.

Por outro lado, algumas localidades apresentaram um número menor de entrevistados. A menor participação foi registrada em Salgado Grande (Castanhal), com apenas 5 entrevistas. Além disso, comunidades como Km 10/Nossa Senhora de Aparecida (Santa Izabel do Pará) e São Cristóvão (Maracanã) tiveram 7 e 6 entrevistados, respectivamente. Esses números reduzidos podem estar relacionados a fatores como dificuldade de acesso, indisponibilidade dos moradores no momento da aplicação dos questionários ou até mesmo menor interesse da população em participar do estudo.

A tabela 5 apresenta informações de algumas variáveis socioeconômicas importantes dos entrevistados e que são relevantes para o estudo, são elas: sexo, grau de escolaridade, tipo de construção da residência e renda mensal.

A distribuição por gênero mostra que a maioria dos entrevistados é do sexo feminino, representando 56,03% da amostra, enquanto os homens correspondem a 43,97%. Quando se trata de escolaridade, a maior parte possui apenas o Ensino Fundamental Incompleto, totalizando 54,31%. e 10,34% dos entrevistados não são alfabetizados. Os que concluíram o Ensino Fundamental correspondem a 3,45%, e 6,03% possuem o Ensino Médio Incompleto. Um grupo um pouco maior, 20,69%, conseguiu finalizar o Ensino Médio e a presença de indivíduos com formação superior é bastante reduzida: apenas 3,45% chegaram a cursar o Ensino Superior sem concluí-lo, e 1,72% obtiveram o diploma.

A análise das condições habitacionais revela que a maioria dos entrevistados reside em moradias construídas em alvenaria, representando 81,74% da amostra e aproximadamente 10,43% residem em casas de construção mista (alvenaria/madeira), enquanto 5,22% vivem em residências exclusivamente de madeira. Um número menor, 2,61%, mora em casas feitas de pau a pique.

A renda mensal dos entrevistados apresenta um perfil predominantemente de baixa renda. A maior parte dos participantes (46,22%) recebe entre 1 e 2 salários mínimos, enquanto 28,30% vivem com até um salário mínimo. Além disso, 12,26% dos entrevistados possuem uma renda entre 2 e 3 salários mínimos, enquanto apenas 6,60% ganham mais de três salários mínimos e 6,60% dos participantes possuem renda inferior a meio salário mínimo.

Tabela 5 – Perfil social dos entrevistados.

Variáveis	**n° de respostas**	**quantidade em %**
Sexo		
Feminino	65	56,03%
Masculino	51	43,97%
Grau de Escolaridade		
Não alfabetizado	12	10,34%
Ensino Fundamental Incompleto	63	54,31%
Ensino Fundamental Completo	4	3,45%
Ensino Médio Incompleto	7	6,03%
Ensino Médio Completo	24	20,69%
Ensino Superior Incompleto	4	3,45%
Ensino Superior Completo	2	1,72%
Tipo de Construção da Residência		
Pau a pique	3	2,61%
Madeira	6	5,22%
Mista (Alvenaria/Madeira)	12	10,43%
Alvenaria	94	81,74%
Renda Mensal		
1/2 de um salário mínimo	7	6,60%
Até um salário mínimo	30	28,30%
De 1 a 2 salários mínimos	49	46,23%
De 2 a 3 salários mínimos	13	12,26%
Mais de 3 salários mínimos	7	6,60%

Fonte**:** Autora (2025).

Os dados mostraram maior participação feminina na pesquisa, assim como também foi visualizado nas pesquisas relacionadas ao tema de Do Nascimento, Camacho e Do Nascimento Souza (2021) e de Souza e Pereira (2011). Esses dados possivelmente refletem um envolvimento mais expressivo das mulheres em determinadas áreas sociais ou no contexto analisado. Além disso, também pode sugerir uma realidade em que elas assumem papéis centrais na organização familiar e comunitária, assim como visualizado no trabalho de Alves, Pontes e Gutjahr (2015) que caracteriza o perfil social de comunidades na Amazônia.

A predominância de baixos rendimentos pode estar associada a diversos fatores, como a falta de educação de qualidade. A baixa escolaridade dos moradores das comunidades corroboram com os resultados encontrados por Magalhães e Paulo (2017) em comunidades Quilombolas do Mato Grosso do Sul e Alves, Pontes e Gutjahr (2015) em comunidades da região do município de Marapanim, onde foram identificados, predominantemente, indivíduos

com ensino fundamental incompleto, o que limita o acesso a empregos mais bem remunerados, principalmente em zonas rurais.

Além disso, embora a maior parte da população resida em casas de alvenaria, ainda há uma parcela vivendo em moradias mais precárias, o que reflete as diferenças no acesso à infraestrutura habitacional, assim como evidenciado no trabalho de Starck *et al.* (2024), que reflete sobre as diferentes formas de moradias que ocorrem a partir de desigualdades socioeconômicas históricas no Brasil, dando destaque pras de pior infraestrutura, como a de pau-a-pique e madeira, que refletem precariedade habitacional e a improvisação da construção que tende a não oferecer uma estrutura digna.

Nesse sentido, observa-se a grande carência, principalmente, das características de escolaridade e renda mensal dos comunitários. Aleixo *et al.,* 2016 explica que famílias economicamente desfavorecidas estão mais suscetíveis a limitações e acesso a bens e serviços essenciais, como saúde, educação, esgotamento sanitário e água potável, além de excluir os indivíduos da estrutura econômica da região, que pode não oferecer muitas oportunidades de trabalho qualificado.

5.2 Desempenho das comunidades por componente

5.2.1 Componente de Recursos Hídricos

A tabela 6 apresenta a média do componente de recursos hídricos nas comunidades estudadas. Esse componente aborda questões como a fonte hídrica, a disponibilidade, forma de manejo e a percepção dos entrevistados sobre a água a partir da sua própria experiência com o uso dela. A média do componente de recursos hídricos varia entre 6,47 e 7,42, indicando que todas as comunidades analisadas foram classificadas como "Potencialmente Sustentáveis".

As comunidades com melhores resultados, acima de 7, foram: Vila do Acapú (Vigia), com média de 7,42; Arsênio (Marapanim), com 7,27; Curupê (Curuçá), com 7,13, Km 92 (São Francisco do Pará), com 7,04; e São Cristóvão (Maracanã), com 7,06. As comunidades com as menores médias dentro da categoria "Potencialmente Sustentável", abaixo de 7 foram: Fazendinha (Magalhães Barata), com média de 6,47, Salgado Grande (Castanhal), com 6,58; Km 10/N. Sra. de Aparecida (Santa Izabel), com 6,56.

Tabela 6 – Média do componente de Recursos Hídricos em cada comunidade

Município	Comunidade	Média do componente	Situação
Castanhal	Salgado Grande	6,58	Potencialmente Sustentável
Curuçá	Curupé	7,13	Potencialmente Sustentável
Igarapé-Açú	N. Srª do Livramento	6,65	Potencialmente Sustentável
Magalhães Barata	Fazendinha	6,47	Potencialmente Sustentável
Maracanã	São Cristóvão	7,06	Potencialmente Sustentável
Marapanim	Arsênio	7,27	Potencialmente Sustentável
Santa Izabel	Km 10/N. Sra. de Aparecida	6,56	Potencialmente Sustentável
Santo Antônio do Tauá	João Coelho II	6,66	Potencialmente Sustentável
São Caetano de Odivelas	Alto Pererú	6,83	Potencialmente Sustentável
São Francisco do Pará	Km 92	7,04	Potencialmente Sustentável
Terra Alta	Santa Maria do Maú	6,91	Potencialmente Sustentável
Vigia	Vila do Acapú	7,42	Potencialmente Sustentável

Fonte**:** Autora (2025).

Para entender qual o caminho que levou aos valores obtidos no ISHR das comunidades, é importante avaliar as respostas dos comunitários. A Tabela 7 apresenta os resultados gerais obtidos a partir da análise das variáveis relacionadas ao componente de Recursos Hídricos nas 12 comunidades estudadas. Os dados levantados fornecem uma visão abrangente sobre a percepção sobre os subcomponentes: Qualidade da água, fonte hídrica e manejo dos recursos hídricos.

Os resultados indicam que 100% das respostas classificaram a água como doce, ou seja, evidencia que não há registros de sabor salobro ou outro tipo de alteração da água perceptível ao paladar. Quanto à cor da água, 97,4% relataram que a água consumida é clara e apenas 2,6% das respostas indicam variações na coloração. Em relação às análises físico-químicas e bacteriológicas da água, apenas 37,1% afirmaram que essas análises são feitas regularmente, enquanto 56% relataram que elas não são realizadas.

A percepção da qualidade da água entre os moradores variou, mas foi predominantemente positiva: 35,3% consideraram a água excelente e 59,5% a avaliaram como boa. Apenas 5,2% indicaram percepções negativas. No que diz respeito à desinfecção da água, apenas 26,7% informaram que a água passa por esse processo, enquanto 73,3% afirmaram que não há desinfecção. Apesar disso, a ocorrência de doenças de veiculação hídrica foi relatada por apenas 6,3% das comunidades, enquanto 93,8% afirmaram não ter registros desse tipo de enfermidade.

A principal fonte hídrica para captação de água nas comunidades são os poços (99,1%), enquanto apenas 0,9% mencionaram outras fontes. Cenário observado também para o abastecimento da residência, com 98,1% de respostas para poços e apenas 1,9% para outras fontes. O armazenamento da água nas residências é feito predominantemente em Caixas D'água (57,8%) e em Baldes/Potes (36,2%), enquanto 6% mencionaram outras formas de armazenamento. A disponibilidade de água durante os períodos de estiagem representa 62,6% das respostas, enquanto 37,4% relatam que não há essa disponibilidade nesses períodos.

A capacitação da população para manejo e conservação da água é um aspecto ainda pouco explorado, com apenas 12,9% relatando que receberam algum tipo de treinamento sobre o tema, enquanto 87,1% nunca participaram de capacitações. Quanto à responsabilidade pelo gerenciamento dos recursos hídricos nas comunidades, 86,2% informaram que a gestão é realizada por adultos, enquanto 13,8% mencionaram outros responsáveis.

Tabela 7 – Respostas das variáveis das 12 comunidades para cada indicador do componente de Recursos Hídricos

Indicador	Variável (Respostas)	% respostas
Sabor da água	Doce	100,0%
Cor da água	Clara	97,4%
	Outros	2,6%
Análise físico-química e bacteriológica da água	Sim/Periodicamente	37,1%
	Não	56,0%
	Outros	6,9%
Percepção sobre a qualidade da água	Excelente	35,3%
	Boa	59,5%
	Outros	5,2%
Desinfecção da água	Sim	26,7%
	Não	73,3%
Ocorrência de doenças de veiculação hídrica	Sim	6,3%
	Não	93,8%
Fonte hídrica para captação de água na comunidade	Poços	99,1%
	Outros	0,9%
Disponibilidade de água no período de estiagem	Sim	62,6%
	Não	37,4%
Fonte hídrica para abastecimento da residência	Poços	98,1%
	Outros	1,9%
Armazenamento de água na residência	Caixa D'água	57,8%
	Balde/Pote	36,2%
	Outros	6,0%

Realização de capacitação de manejo e conservação de água	Sim	12,9%
	Não	87,1%
Encarregado(a) do gerenciamento da água	Adulto(a)	86,2%
	Outros	13,8%

Fonte**:** Autora (2025).

A análise do componente de recursos hídricos nas comunidades estudadas revelou um cenário promissor, com todas as localidades apresentando médias compatíveis com a classificação "Potencialmente Sustentável". No entanto, é necessário observar cuidadosamente todos os indicadores observados para verificar quais apresentaram melhores respostas e quais apresentaram respostas mais preocupantes.

Os resultados do subcomponente “Qualidade da água” englobam as respostas do sabor da água, cor da água, análise físico-química e bacteriológica da água, percepção sobre a qualidade da água, desinfecção da água e ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

Inicialmente, as respostas atribuídas para os indicadores de sabor e cor da água foram muito positivas, tendo em vista que todas as respostas consideraram a água “doce” e quase a sua totalidade considerou ela clara. Os resultados da percepção de qualidade da água também se mostraram positivos, variando majoritariamente entre boa e excelente. Até mesmo a quantidade de ocorrências de doenças por veiculação hídrica informada foi baixa.

Entretanto, os dados da realização de análise físico-química e bacteriológica da água e se é feita a desinfecção da água pelos moradores antes do consumo ou uso doméstico se mostrou preocupante. A portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 dispõe sobre a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, para sistemas de abastecimentos de água, solução alternativa, coletiva e individual, o que está diretamente ligado às questões abordadas neste componente. A portaria informa que para a água atingir o nível de potabilidade, ela deve estar em conformidade com o padrão microbiológico e físico-químico disposto no documento.

Nesse sentido, a água ser considerada doce sugere uma ausência de contaminação por substâncias que causam gosto salgado ou amargo, assim como a cor da água clara é um indicativo positivo, pois a portaria estabelece que a água não deve apresentar turbidez superior a 5,0 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), no entanto, essas informações precisam ser confirmadas em testes laboratoriais adequados.

Apenas 37,1% das comunidades realizam análises periódicas da água, enquanto 56% não fazem nenhum tipo de teste. A Portaria GM/MS 888/2021 exige monitoramento regular

da qualidade da água pelas competências da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, assim como informar à população, de forma clara e acessível, sobre a qualidade da água para consumo humano e riscos à saúde associados. Entretanto, a ausência dessas análises, como identificado nos resultados, representa um risco à saúde, pois impõe incertezas sobre a presença de contaminantes como coliformes fecais, nitratos e metais pesados.

Quase 100% das residências são abastecidas por poços, assim como o que foi informado para a comunidade inteira, e 73,3% dos respondentes não realizam a desinfecção da água antes do consumo. Situação diferente do estudo de Silva (2007), em uma comunidade na Paraíba, onde 82,8% da população usam cloro para desinfecção da água, e apenas 15% não realizam qualquer tratamento da água

Isso é preocupante, pois a Portaria GM/MS 888/2021 estabelece limites para substâncias químicas e biológicas na água dos poços e exige a cloração com um residual mínimo de 0,2 mg/L de cloro livre para garantir a segurança microbiológica da água distribuída, enquanto para soluções coletivas de abastecimento supridas por manancial subterrâneo (o que se mostrou majoritário) precisa ser realizado processos específicos de desinfecção para quando há contaminação por *Escherichia coli* e para quando não há.

A ausência de desinfecção pode permitir a proliferação de patógenos, aumentando o risco de doenças de veiculação hídrica. 6,3% das comunidades relataram casos de doenças associadas à água, como diarreia e infecções gastrointestinais. Dados apresentados pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2022), no ano de 2017, em média 6% das internações registradas nos 12 municípios da BHRM foram causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado. Embora esse número pareça baixo, pode estar subestimado devido à falta de diagnóstico adequado e subnotificação, além de que o consumo contínuo de água contaminada pode causar problemas de saúde a longo prazo.

A maior parte dos moradores armazenam a água em caixas d'água, enquanto 42,2% utilizam caixas d'água ou outras formas de armazenamento, mas a portaria recomenda reservatórios adequados e protegidos contra contaminação. Diferente da situação observada na pesquisa de Magalhães e Paulo (2017), que verificaram que algumas comunidades quilombolas do estado do Mato Grosso do Sul quase 100% dos comunitários informam possuir caixa d'água na comunidade com manutenção e limpeza regular.

O uso de baldes e potes expõe a água a agentes contaminantes, como poeira e insetos, aumentando o risco de infecções. Razzolini e Günther (2008) discorrem que a carência de abastecimento inadequado de água tratada para a população aumenta a necessidade de coleta, transporte e armazenamento inadequado de água de fontes adversas, o que interfere no incremento da incidência de doenças de veiculação hídrica.

A avaliação positiva em relação à percepção sobre a qualidade da água sugere que, do ponto de vista sensorial, a água é bem aceita pela população. Entretanto, é importante destacar que a percepção subjetiva nem sempre reflete a qualidade real da água, o que reforça a importância da análise laboratorial.

A maior parte das comunidades afirmaram ter acesso à água durante a estiagem, entretanto, 37,4% afirmaram ainda não ter essa disponibilidade. Tanto a Política Nacional de Saneamento Básico, quanto a estadual, possuem como princípio a universalização do acesso desses serviços, inclusos a adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais e a utilização de tecnologias apropriadas. Dessa forma, os valores obtidos estão indo de encontro tanto pela falta do atendimento pleno, quanto pela não utilização de métodos adaptados para a região.

O PLANSAB definiu como meta para 2023 o abastecimento de 61,2% dos domicílios rurais da região norte do país abastecidos com água por rede de distribuição ou por poço ou nascente, e para 2033, a meta de 76,2%, metas essas que estão acima do observado nos momentos de escassez nos municípios. No mesmo documento, é informado que as desigualdades na prestação dos serviços de abastecimento de água entre o meio urbano e rural reforçam o detalhamento do Programa Nacional de Saneamento Rural, que está sendo elaborado pela Funasa e que contempla as especificidades de toda a população da área rural do País.

A maior parte dos encarregados pelo gerenciamento da água nas residências são adultos, enquanto a menor parte é feita por outros grupos, como idosos ou jovens. A predominância da atividade feita por moradores mais experientes é positiva para a organização, mas também aponta para a importância de engajar diferentes faixas etárias nesse processo, mas, principalmente, quem mais tiver entendimento e capacitação sobre o assunto.

Os resultados mostraram que quase 90% dos entrevistados nunca tiveram algum tipo de capacitação voltada ao tema de recursos hídricos, especificamente de manejo e conservação da água. Esse dado se mostra muito preocupante, pois os conhecimentos sobre o

assunto são essenciais para lidar com o recurso de forma adequada para o meio ambiente e saúde dos envolvidos. O Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022 - 2040 (PNRH), prevê ações de capacitação e educação ambiental, entretanto, não estabelece de forma clara os princípios que serão adotados, o que dificulta sua implantação (Meirelles e Duarte, 2023), fator esse que pode está culminando para os baixos valores encontrados.

Por outro lado, a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Pará (PERH/PA) possui como diferencial da PNRH o instrumento de "Capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental", que objetiva justamente fomentar o conhecimento sobre recursos hídricos de forma interdisciplinar no estado. O instrumento está ativo e possui planos de atuação de 4 em 4 anos, com meta até 2025 fortalecer a capacitação e educação ambiental para usuários e é de suma importância que essas capacitações também alcance as comunidades rurais.

5.2.2 Componente de Uso da Água

A tabela 8 apresenta a média do componente "Uso da água" em cada uma das 12 comunidades estudadas. A média do componente de uso da água variou entre 4,54 e 6,1, onde as comunidades foram classificadas principalmente na categoria "Intermediário", com uma única exceção que foi considerada "Potencialmente Sustentável". A comunidade de São Cristóvão, localizada no município de Maracanã, obteve o maior índice da tabela, com uma média de 6,1, sendo ela a classificada como "Potencialmente Sustentável".

As demais comunidades apresentaram médias que variam entre 4,54 e 5,74, sendo todas classificadas na categoria "Intermediário". Essas comunidades incluem: Salgado Grande (Castanhal), com média de 5,74; Curupé (Curuçá), com 4,92; N. Srª do Livramento (Igarapé-Açu), com 4,54; Fazendinha (Magalhães Barata), com 5,41; Arsênio (Marapanim), com 5,18; Km10/N. Sra. de Aparecida (Santa Izabel), com 5,57; João Coelho II (Santo Antônio do Tauá), com 5,2; Alto Pererú (São Caetano de Odivelas), com 5,31; Km 92 (São Francisco do Pará), com 5,35; Santa Maria do Maú (Terra Alta), com 5,49; e Vila do Acapú (Vigia), com 5,3.

Tabela 8 – Média do componente de Uso da Água em cada comunidade

Município	Comunidade	Média do componente	Situação
Castanhal	Salgado Grande	5,74	Intermediário
Curuçá	Curupé	4,92	Intermediário
Igarapé-Açú	N. Srª do Livramento	4,54	Intermediário
Magalhães Barata	Fazendinha	5,41	Intermediário
Maracanã	São Cristóvão	6,1	Potencialmente Sustentável
Marapanim	Arsênio	5,18	Intermediário
Santa Izabel	Km 10/N. Sra. de Aparecida	5,57	Intermediário
Santo Antônio do Tauá	João Coelho II	5,2	Intermediário
São Caetano de Odivelas	Alto Pererú	5,31	Intermediário
São Francisco do Pará	Km 92	5,35	Intermediário
Terra Alta	Santa Maria do Maú	5,49	Intermediário
Vigia	Vila do Acapú	5,3	Intermediário

Fonte**:** Autora (2025).

A Tabela 9 apresenta as respostas do componente Uso da Água das comunidades classificadas como Intermediária e as respostas para a classificada como Potencialmente Sustentável, separadamente, para ser possível visualizar as diferenças que levaram aos seus valores de ISHR.

Observa-se que, nas comunidades intermediárias 37,6% dos entrevistados relataram um consumo de até 100 litros por dia, 19,8% consumo superior a 250 litros, 32,7% não souberam responder (NSR) e 9,9% se enquadram em outras categorias de consumo. Na potencialmente sustentável, 33,33% relataram um consumo superior a 250 litros diários, enquanto 66,77% não souberam responder. Em ambos os grupos, a lavagem de roupa foi apontada como a principal atividade doméstica de maior consumo de água, com 65,1% nas intermediárias e 83,3% na potencialmente sustentável. Outras atividades de consumo foram mencionadas por 34,9% e 16,7%, respectivamente.

46,7% dos respondentes nas comunidades intermediárias afirmaram utilizar a água para múltiplas finalidades, este percentual foi de 100% entre as comunidades potencialmente sustentáveis. Os conflitos pelo uso da água foram reportados por 40% dos entrevistados nas comunidades intermediárias e 16,7% na potencialmente sustentável. A irrigação de culturas está presente em 77,1% das comunidades intermediárias e em 100% da potencialmente sustentáveis

Nas comunidades intermediárias, 50,9% dos entrevistados afirmaram que a quantidade de água disponível atende plenamente às suas necessidades, enquanto 38,2% relataram que há limitações e 10,9% indicaram outras respostas. Na potencialmente sustentável, 33,3% declararam estar plenamente satisfeitos e 66,7% apontaram limitações. A racionalização da água ocorreu em apenas 21,8% dos entrevistados da comunidade intermediária, contra 33,3% na potencialmente sustentável. Em relação ao reuso de água, 40% dos entrevistados nas comunidades intermediárias afirmaram realizar o reuso, enquanto o percentual caiu para 33,3% nas potencialmente sustentáveis.

Tabela 9 – Respostas das variáveis para cada indicador do componente de Uso da Água para as comunidades classificadas como Intermediárias e Potencialmente Sustentáveis, separadamente

Indicador	**Variável (Respostas)**	**Intermediário % respostas**	**Pot. Sustentável % respostas**
Consumo médio diário de água	NSR	32,7%	66,67%
	Até 100 L	37,6%	0,0%
	Acima de 250 L	19,8%	33,33%
	Outros	9,9%	0,0%
Atividade doméstica de maior consumo de água	Lavagem de roupa	65,1%	83,3%
	Outros	34,9%	16,7%
Uso da água para mais de uma finalidade	Sim	46,7%	100,0%
	Não	53,3%	0,0%
Conflitos pelos usos múltiplos da água	Sim	40,0%	16,7%
	Não	60,0%	83,3%
Quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades	Satisfaz plenamente	50,9%	33,3%
	Satisfaz com limitações	38,2%	66,7%
	Outros	10,9%	0,0%
Disponibilidade de água para irrigar culturas agrícolas/não agrícolas	Sim	77,1%	100,0%
	Não	22,9%	0,0%
Faz racionalização do uso da água	Sim	21,8%	33,3%
	Não	78,2%	66,7%
Faz reuso de água	Sim	40,0%	33,3%
	Não	60,0%	66,7%

Fonte**:** Autora (2025).

Os subcomponentes que constituem o componente Uso da Água são: Consumo de água para uso doméstico, usos múltiplos e conflitos, disponibilidade de água e percepção sobre uso e conservação da água.

Os dados de consumo da água na residência mostraram que a maior parte das respostas variaram entre “até 100L” e “acima de 250L”, com quantidade de moradores por residência variando, majoritariamente, entre 3 e 5, o que mostra que há uma diferença discrepante entre a quantidade de água utilizada entre as residências. Atrelado a isso, a ONU recomenda 110 litros por habitante/dia como média de consumo diário, quantidade suficiente para suprir as necessidades básicas de uma pessoa (Reis *et al.*, 2018).

Dessa forma, observa-se que nas residências com consumo menor que 100 litros diários estão de acordo com as recomendações da ONU, independente da quantidade de moradores, enquanto as residências com consumo acima de 100L podem estar de acordo, a depender da quantidade de moradores, mas as residências com consumo muito baixo pode indicar a pouca disponibilidade de água para as atividades diárias. Entretanto, é importante observar que uma porcentagem muito grande dos entrevistados não soube responder à pergunta, mostrando que pode haver uma defasagem nos resultados, evidenciando também uma possível falta de controle de consumo ou desconhecimento sobre o quantitativo da água consumido.

Dados registrados na pesquisa de Aleixo *et al.* (2016) mostram que o consumo médio diário de água per capita de moradores de comunidades do Nordeste brasileiro é de, majoritariamente, até 50L, ou seja, com valores próximos aos observados na presente pesquisa. Por outro lado, dados do Ministério de Desenvolvimento Regional mostram que o consumo médio de água de um habitante paraense é de 171,76 l/hab./dia, bem acima do que observado nas comunidades. Isso pode se justificar pela cobertura de água deficitária identificada na região.

A atividade doméstica de maior consumo de água identificada foi majoritariamente para lavagem de roupas, assim como em dados registrados por Sousa *et al.* (2016) na sua pesquisa sobre a água no município de Igarapé-Açu e Magalhães e Paulo (2017), em que moradores de comunidades quilombolas do Mato Grosso do Sul identificaram como principal uso da água para higiene pessoal e limpeza.

Ademais, alguns moradores das comunidades da BHRM também registraram como maior gasto de água para o preparo de alimentos, como a produção de farinha, açaí e preparo de mandioca, principalmente na comunidade Km 92 em São Francisco do Pará, o que corrobora com as informações encontradas por Da Silva Nogueira *et al.* (2021), que registra a grande quantidade de “casas de farinha” no município.

Já no quesito “usos múltiplos” e “conflitos” foi registrado maior quantidade de uso para mais de uma finalidade na comunidade potencialmente sustentável e, em contrapartida, maiores conflitos nas comunidades intermediárias. Os principais motivos por conflitos registrados foram: falta de manutenção em caixas d’água comunitárias e falta de água (São Francisco do Pará), com a liderança municipal pela existência de um lixão que estava comprometendo a comunidade (Vigia), cobrança irregular pela água (Magalhães Barata) e consumo elevado por alguns comunitários (Maracanã).

A problemática apontada pela comunidade Vila do Acapú, em Vigia, em relação ao lixão que impacta a comunidade, não é um problema recente na região. Segundo uma reportagem do G1 (2015), muitos moradores de Vigia estão preocupados com os impactos da fumaça tóxica vinda do lixão, que prejudica tanto a saúde quanto a qualidade do ar na região. Assim como, Santos (2024) afirma que no município de Vigia de Nazaré, a presença de um lixão a céu aberto na Rodovia PA-140 próximo à entrada da cidade gera diversos problemas ambientais. Com tudo isso, é perceptível os desdobramentos de diversos problemas de gestão ambiental, como a questão desse lixão, que gera impactos no solo, ar e água, que interfere diretamente em diversas comunidades.

O PERH/PA reforça a importância do uso racional da água, da redução de conflitos pelo uso múltiplo e da expansão da infraestrutura hídrica, especialmente para comunidades mais vulneráveis. Além disso, é importante lembrar que o CBHRM foi criado a partir do reconhecimento por parte dos usuários da bacia que há diferentes conflitos na bacia, sendo o comitê um agente essencial para a resolução desses conflitos e conexão com os moradores. Dessa forma, os problemas e divergências devem ser levantados como pauta para o comitê, para que haja debate e resolução dos problemas levando em consideração os diferentes interesses, a partir de intervenções e cobranças. E apesar da existência do comitê da bacia, os dados mostram que ainda há uma dificuldade na gestão desses conflitos.

A baixa reutilização da água nas comunidades intermediárias contrasta com o percentual maior na comunidade potencialmente sustentável, costume esse que pode ser aumentado ou a menos reforçado com ações de capacitação e conscientização, conforme previsto no PERH/PA. O fato de 100% das comunidades sustentáveis terem disponibilidade para irrigação, enquanto 77,1% das intermediárias também possuem essa disponibilidade, indica um cenário relativamente positivo, o que sugere uma aplicação mais efetiva das

diretrizes do PERH-PA em alguns locais, mas que ainda exige aprimoramentos para garantir maior equidade.

5.2.3 Componente de Acesso à Água

A tabela 10 apresenta a média do ISHR para o componente de acesso à água nos 12 municípios estudados. Esse componente aborda temas como abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e transporte de água até o domicílio, e a condição de acesso até a comunidade, o que é fundamental para avaliar a disponibilidade e a acessibilidade da água para os moradores e forma de esgotamento sanitário em suas residências.

A maioria das comunidades apresenta uma classificação "Sustentável" ou "Potencialmente Sustentável", no entanto, há um caso classificado como "Intermediário", indicando possíveis desafios na garantia desse acesso.

As comunidades com as melhores médias, classificadas como "Sustentável", são: São Cristóvão (Maracanã), com média de 8,77; Km 92 (São Francisco do Pará), com 8,69; Alto Pererú (São Caetano de Odivelas), com 8,27; Santa Maria do Maú (Terra Alta), com 8,17; Fazendinha (Magalhães Barata), com 8,3; e Curupê (Curuçá), com 8,3.

Tabela 10 – Média do componente de Acesso à Água em cada comunidade.

Município	Comunidade	Média do componente	Situação
Castanhal	Salgado Grande	6,62	Potencialmente Sustentável
Curuçá	Curupé	8,3	Sustentável
Igarapé-Açú	N. Srª do Livramento	7,93	Potencialmente Sustentável
Magalhães Barata	Fazendinha	8,3	Sustentável
Maracanã	São Cristóvão	8,77	Sustentável
Marapanim	Arsênio	7,93	Potencialmente Sustentável
Santa Izabel	Km 10/N. Sra. de Aparecida	6,59	Potencialmente Sustentável
Santo Antônio do Tauá	João Coelho II	5,95	Intermediário
Sâo Caetano de Odivelas	Alto Pererú	8,27	Sustentável
São Francisco do Pará	Km 92	8,69	Sustentável
Terra Alta	Santa Maria do Maú	8,17	Sustentável
Vigia	Vila do Acapú	7,31	Potencialmente Sustentável

Fonte**:** Autora (2025).

A tabela 11 mostra as respostas do componente Acesso à Água para cada uma das 3 situações indicadas para os municípios nesse componente, sendo eles: Intermediário, Potencialmente Sustentável e Sustentável. Esse componente engloba os subcomponentes:

Abastecimento de água, Situação sanitária das residências, Transporte da água do manancial para residência e Acesso à comunidade.

As respostas mostraram que 98,3% das comunidades sustentáveis possuem acesso a um sistema de abastecimento de água, 66% nas comunidades potencialmente sustentáveis e 9,1% entre as intermediárias. Nas comunidades sustentáveis, praticamente todos os entrevistados (98,3%) afirmaram receber água diariamente. Entre as potencialmente sustentáveis, esse número cai para 76,1%, e, nas intermediárias, apenas 9,1%.

Outro aspecto relevante analisado é o conhecimento dos moradores sobre o destino do esgoto sanitário. Nas comunidades sustentáveis, 96,6% dos entrevistados afirmaram saber para onde vai o esgoto, enquanto nas potencialmente sustentáveis esse percentual foi de 91,5% e nas intermediárias apenas 20%.

As respostas dadas pelos que sabiam da informação sobre o destino do esgoto mostraram que a fossa séptica e/ou biodigestora foi a alternativa mais comum em todas as comunidades, sendo utilizada por 54,5% dos entrevistados nas sustentáveis, 47,6% nas potencialmente sustentáveis e 63,3% nas intermediárias. Entretanto, ainda há registros de esgoto sendo despejado a céu aberto (25,5% nas sustentáveis, 38,1% nas potencialmente sustentáveis e 27,3% nas intermediárias) ou até mesmo em mananciais próximos (5,5%, 4,8% e 9,1%, respectivamente).

A presença de instalações sanitárias limpas (como banheiros com descarga e fossa) foi predominante em todas as comunidades, mas apresentou uma leve queda entre os grupos: 93% nas sustentáveis, 87,2% nas potencialmente sustentáveis e 81,8% nas intermediárias. Já a presença de múltiplas torneiras nas residências também foi similar entre os grupos, variando entre 70% e 72,7%.

Em relação à fonte de água, nas comunidades sustentáveis, 7,4% das pessoas moram a menos de 100 metros da fonte hídrica, nas potencialmente sustentáveis 17% e, nas intermediárias 9,1%. Já distâncias maiores, entre 500 metros e 1 km, foram relatadas por 14,8% dos moradores das comunidades sustentáveis, 6,4% das potencialmente sustentáveis e 9,1% das intermediárias.

A maioria dos entrevistados informou possuir água encanada, sendo as respostas nas comunidades sustentáveis iguais a 94,7%, potencialmente sustentáveis 85,1% e intermediárias 90%. No entanto, uma parcela da população ainda precisa buscar água manualmente. Para o tempo gasto na coleta, espera e transporte da água segue a mesma tendência, com a maioria

dos entrevistados nas comunidades sustentáveis com água nas torneiras, sem precisar gastar tempo para coletar (96,6%), potencialmente sustentáveis (83%) e intermediárias (81,8%) e o restante das parcelas gastam tempo fazendo a coleta.

Uma pequena parte dos comunitários ainda precisam de algum meio de transporte para coletar água, enquanto a maior parte utiliza bomba de água 96,6% nas comunidades sustentáveis, 87,2% nas potencialmente sustentáveis e 90,9% nas intermediárias. Em relação à qualidade da estrada que dá acesso à comunidade, as sustentáveis responderam 20,7%, 51,7%, 25,9% e 1,7% para excelente, boa, regular e outros, respectivamente. As potencialmente sustentáveis responderam com 27,9%, 41,9%, 16,3% e 14,0% para excelente, boa, regular e outros, respectivamente e as intermediárias responderam com 9,1%, 27,3%, 45,5% e 18,2% para excelente, boa, regular e outros, respectivamente.

Tabela 11 – Respostas das variáveis para cada indicador do componente de Acesso à Água a para as comunidades classificadas como Intermediárias, Potencialmente Sustentáveis e Sustentáveis, separadamente

Indicador	**Variável (Respostas)**	**Sustentável**	**Pot. Sustentável**	**Intermediário**
		% respostas	**% respostas**	**% respostas**
Acesso a sistema de abastecimento de água	Sim	98,3%	66,0%	9,1%
	Não	1,7%	34,0%	90,9%
Período de recebimento de água	Diário	98,3%	76,1%	9,1%
	Não recebe	0,0%	21,7%	90,9%
	Outros	1,7%	2,2%	0,0%
Conhece o destino do esgoto sanitário	Sim	96,6%	91,5%	80,0%
	Não	3,4%	8,5%	20,0%
Se SIM, qual o destino do esgoto sanitário	Coleta Pública	14,5%	9,5%	0,0%
	Fossa Séptica e/ou Biodigestora	54,5%	47,6%	63,6%
	Vala a céu aberto	25,5%	38,1%	27,3%
	Lançado em manancial próximo	5,5%	4,8%	9,1%
Tipo de instalação sanitária	Instalação Limpa (descarga, fossa, WC)	93,0%	87,2%	81,8%
	Instalação não limpa (campo aberto, balde)	7,0%	12,8%	18,2%
Distância média da fonte hídrica até a residência	Várias torneiras	72,2%	70,2%	72,7%
	Até 100m	7,4%	17,0%	9,1%
	De 500m a 1 km	14,8%	6,4%	9,1%
	Acima de 1 Km	5,6%	6,4%	9,1%
Quantidade de vezes durante o dia para buscar água	Água encanada	94,7%	85,1%	90,0%
	Outros	5,3%	14,9%	10,0%
Tempo gasto na coleta, espera e transporte da água	Água encanada	96,6%	83,0%	81,8%
	Outros	3,4%	17,0%	18,2%

Meio de transporte utilizado para levar a água	Bomba de água	96,6%	87,2%	90,9%
	Outros	3,4%	12,8%	9,1%
Condição da estrada	Excelente	20,7%	27,9%	9,1%
	Boa	51,7%	41,9%	27,3%
	Regular	25,9%	16,3%	45,5%
	Outros	1,7%	14,0%	18,2%

Fonte**:** Autora (2025).

Os dados da Tabela 10 revelam que a maioria das comunidades analisadas apresenta uma situação classificada como "Sustentável" ou "Potencialmente Sustentável", o que indica um acesso relativamente adequado à água. No entanto, uma comunidade ainda está em uma condição "Intermediária", evidenciando desafios no fornecimento contínuo e na qualidade do recurso hídrico.

O subcomponente de abastecimento de água engloba os indicadores de acesso ao abastecimento de água e período de recebimento. Os resultados obtidos para este subcomponente mostraram um contraste muito grande entre as 3 categorias obtidas, variando o acesso de 98,3% nas comunidades sustentáveis para apenas 9,1% nas intermediárias. A drástica mudança entre as comunidades demonstra uma clara desigualdade no acesso à água, indo contra o princípio da universalização do abastecimento defendido pelas Políticas Estadual e Nacional de Recursos Hídricos.

Silva (2020) explica que as sedes municipais de Castanhal, Marapanim e São Francisco do Pará são abastecidas pela COSANPA, mas parte de Castanhal é abastecida pela prefeitura, principalmente as áreas rurais, enquanto Igarapé-Açu e Terra são abastecidos unicamente pelas respectivas prefeituras. A existência de um sistema de abastecimento nos municípios mencionados pode significar a existência de uma estrutura de abastecimento de água que consiga abastecer as comunidades citadas, comunidades essas que receberam a classificação de sustentáveis e potencialmente sustentáveis nesse quesito.

O subcomponente de Esgotamento Sanitário engloba os indicadores de se o comunitário conhece o destino do esgoto sanitário, se sim, qual o destino desse efluente e qual a localização e o tipo de instalação sanitária. Os dados mostraram que quase todos os respondentes conhecem a destinação dos efluentes de esgotamento sanitário da residência, o que é um bom indicativo, mesmo que diminua em certa quantidade das comunidades sustentáveis, para as potencialmente sustentáveis e intermediárias. Isso indica que os moradores têm algum conhecimento sobre o esgoto e saneamento básico, o que se difere dos

resultados obtidos com questionário aplicados em uma comunidade em Itapemirim - ES por Leal *et al.* (2015), onde 35% dos entrevistados responderam que não sabem o que é saneamento básico ou nunca ouviram falar.

A utilização de fossas sépticas ou biodigestoras varia entre um pouco mais de 50% para as comunidades sustentáveis e intermediárias e um pouco menos de 50% para as potencialmente sustentáveis, enquanto a coleta pública só abrange uma pequena parte das comunidades sustentáveis e potencialmente sustentáveis, não ocorrendo nas intermediárias. coleta pública e 5,5% ainda descartam esgoto em mananciais próximos.

O agravante dos resultados, além da baixa abrangência de coleta pública, é a incidência de esgoto a céu aberto e lançamento em manancial próximo, nas três categorias. Entretanto, os resultados são menos preocupantes que os do estudo de Leal *et al.* (2015), em que os entrevistados responderam que os efluentes são lançados em fossas negras, sem nenhum tipo de tratamento, mas, são majoritariamente lançados em corpos hídricos.

O tipo de instalação sanitária reflete as desigualdades entre as comunidades. Nas áreas sustentáveis, 93% possuem instalações sanitárias limpas (com descarga, fossa, WC), mas esse número cai um pouco para as potencialmente sustentáveis e mais ainda, para 81,8%, nas comunidades intermediárias, onde 18,2% ainda utilizam métodos inadequados, como baldes ou campo aberto.

Roland *et al.* (2021) explica que a falta de instalações adequadas afeta não apenas a saúde pública, mas também o dia a dia de famílias, sobrecarregando principalmente as mulheres, que muitas vezes são responsáveis pelo manejo da água e da higiene doméstica. Além disso, a mesma autora explica que, sem uma infraestrutura adequada, moradores enfrentam dificuldades que vão desde doenças de veiculação hídrica até obstáculos para a permanência das crianças na escola em períodos chuvosos. Assim, garantir saneamento básico nas áreas rurais não é apenas uma questão técnica, mas um compromisso social e humano com a equidade e o bem-estar dessas populações.

Outro ponto é a distância média da fonte hídrica até a residência, que, em muitas comunidades, ultrapassa 500 metros ou até 1 km, o que impõe dificuldades físicas e limitações ao acesso à água, especialmente para grupos mais vulneráveis. Isso indica a necessidade de investimentos em infraestrutura hídrica, algo que a política estadual visa fortalecer por meio da ampliação dos sistemas de abastecimento e da gestão eficiente dos recursos hídricos, considerando que a Política Estadual de Saneamento Básico do Pará tem

como objetivo promover serviços de saneamento ambiental de forma eficiente, universalizada e sustentável.

Outro fator relevante para a discussão é a condição das estradas, que impacta diretamente o transporte de água e a logística de saneamento. A Tabela 11 mostra que 51,7% das comunidades sustentáveis classificam a estrada como "Boa", mas 25,9% a consideram "Regular" e 1,7% "Outros". Já nas comunidades potencialmente sustentáveis e intermediárias, há um percentual maior de estradas em condições regulares e ruins ou péssimas.

Felizmente, a maior parte das respostas informadas são positivas, entretanto, a ainda há grande existência de vias de acesso inadequadas às comunidades, o que influencia negativamente tanto o acesso à água quanto o esgotamento sanitário, pois dificulta a chegada de serviços essenciais, como caminhões-pipa, manutenção de encanamentos e coleta de resíduos. Buhler (2023) explica que a manutenção adequada de estradas rurais têm um impacto direto e profundo no desenvolvimento e qualidade de vida de populações rurais, principalmente pela transitabilidade e acesso a serviços essenciais.

5.3 Desempenho geral das comunidades quanto ao ISHR

A Tabela 12 apresenta o desempenho geral das comunidades em relação ao Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR), considerando a média dos 3 componentes analisados e os seus respectivos pesos. Os dados revelam que a maioria das comunidades avaliadas obteve classificação "Potencialmente Sustentável", enquanto uma delas foi classificada como "Intermediário".

As comunidades classificadas como "Potencialmente Sustentável" foram: Salgado Grande (Castanhal), com média de 6,34; Curupé (Curuçá), com 6,89; N. Srª do Livramento (Igarapé-Açu), com 6,47; Fazendinha (Magalhães Barata), com 6,8; São Cristóvão (Maracanã), com 7,39; Arsênio (Marapanim), com 6,88; Km 10 (Santa Izabel), com 6,27; Alto Pererú (São Caetano de Odivelas), com 6,89; Km 92 (São Francisco do Pará), com 7,13; Santa Maria do Maú (Terra Alta), com 6,94; e Vila do Acapú (Vigia), com 6,74. A única comunidade com classificação "Intermediário" foi João Coelho II (Santo Antônio do Tauá), com uma média de 5,96.

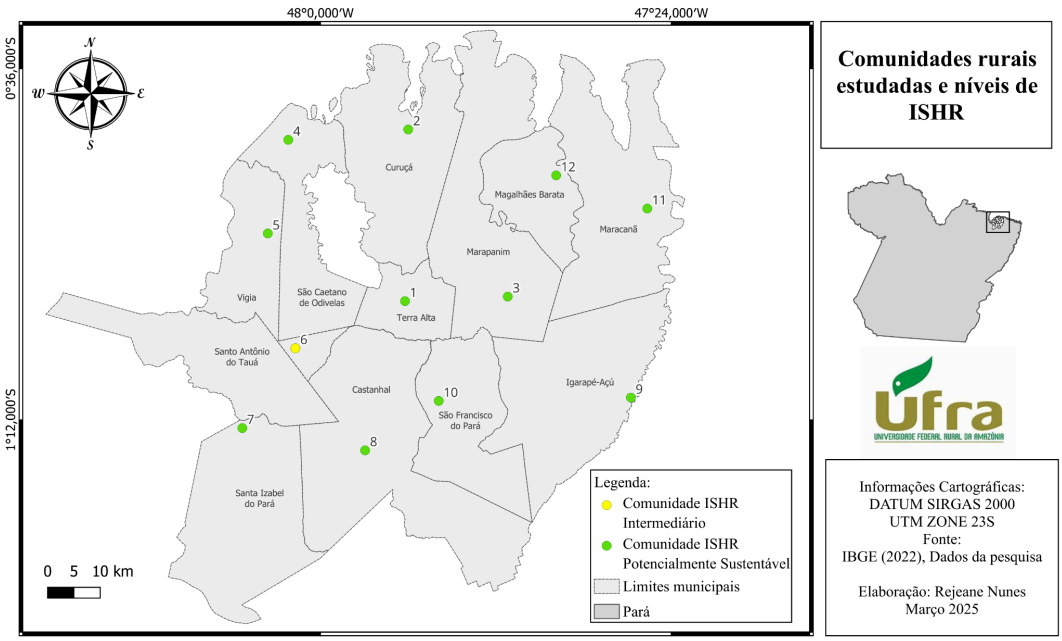
Tabela 12 – Desempenho geral das comunidades quanto ao ISHR.

Município	Comunidade	Média do componente	Situação
Castanhal	Salgado Grande	6,34	Potencialmente Sustentável
Curuçá	Curupé	6,89	Potencialmente Sustentável
Igarapé-Açú	N. Srª do Livramento	6,47	Potencialmente Sustentável
Magalhães Barata	Fazendinha	6,81	Potencialmente Sustentável
Maracanã	São Cristóvão	7,39	Potencialmente Sustentável
Marapanim	Arsênio	6,88	Potencialmente Sustentável
Santa Izabel	Km 10	6,27	Potencialmente Sustentável
Santo Antônio do Tauá	João Coelho II	5,96	Intermediário
São Caetano de Odivelas	Alto Pererú	6,89	Potencialmente Sustentável
São Francisco do Pará	Km 92	7,13	Potencialmente Sustentável
Terra Alta	Santa Maria do Maú	6,94	Potencialmente Sustentável
Vigia	Vila do Acapú	6,74	Potencialmente Sustentável

Fonte**:** Autora (2025).

A distribuição dos pontos de coleta de dados e as suas respectivas coordenadas geográficas em cada comunidade, assim como as cores conforme o ISHR geral em cada município está demonstrado na figura 4 a seguir:

Figura 4 - Mapa de localização das comunidades rurais estudadas e seus níveis de ISHR.



Ponto	Comunidade	Y	X	Ponto	Comunidade	Y	X	Ponto	Comunidade	Y	X
1	Santa Maria do Maú	-0,996837610	-47,855484410	5	Vila Acapú	-0,881330410	-48,090038230	9	N. Srª do Livramento	-1,161559940	-47,469359892
2	Curuperé	-0,703895860	-47,849960740	6	João Coelho II	-1,077332260	-48,042957070	10	Km 92	-1,167231510	-47,797837705
3	Arsênio	-0,989139820	-47,679873820	7	Km 10/N. Srª de Aparecida	-1,213623900	-48,133613060	11	São Cristóvão	-0,838881600	-47,441334659
4	Alto Pererú	-0,721525660	-48,055033050	8	Salgado Grande	-1,251611190	-47,923704441	12	Fazendinha	-0,782204070	-47,597131020

Fonte**:** Autora (2025).

Os resultados gerais dessa classificação indicam que essas comunidades apresentam relativamente boas condições de sustentabilidade hídrica rural, tendo em vista que 11 das 12 comunidades obtiveram a classificação de “Potencialmente Sustentável” e apenas uma obteve “Intermediário”. No entanto, a denominação "Potencialmente Sustentável" sugere que, embora a situação seja favorável, podem existir desafios que, se não forem monitorados e gerenciados, comprometerão a sustentabilidade a longo prazo. Isso pode envolver melhorias na infraestrutura de abastecimento, monitoramento da qualidade da água e estratégias para lidar com variações sazonais no suprimento hídrico. No entanto, o caso específico da comunidade João Coelho II, a única que recebeu a classificação “Intermediário”, ressalta a importância de políticas públicas e investimentos para garantir a melhora das condições.

No trabalho realizado por Da Silva *et al.* (2021), é avaliado o índice de sustentabilidade hídrica, utilizando os indicadores de PER, nas sedes municipais dentro da BHRM, o qual obteve os seguintes resultados: Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim e Terra Alta obtiveram o índice de sustentabilidade 0,40; 0,50; 0,44; 0,54 e 0,5 respectivamente (Regular) e São Francisco do Pará alcançou um resultado de 0,54 (Bom). Os resultados mostrados pela autora nas sedes municipais se mostraram piores que os obtidos nas comunidades no presente trabalho, entretanto, é importante observar que a metodologia utilizada leva em consideração também questões políticas a evolução dos indicadores com o passar dos anos, enquanto o ISHR verifica o cenário momentâneo.

Considerando os municípios do estudo de Da Silva *et al.* (2021), foi observado em ambas as pesquisas que o município de melhor desempenho foi São Francisco do Pará e problemas semelhantes na prestação de serviços básicos. As maiores problemáticas nos pontos observados são o déficit no abastecimento e distribuição de água potável e a baixíssima cobertura na coleta e tratamento de esgoto, com o incremento de que foi identificada significativa perda de água no processo de distribuição e falta de manutenção dos sistemas de abastecimento nas sedes municipais.

No estudo de Dutra (2017), a aplicação do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental, desenvolvido pela autora, na bacia hidrográfica do rio Capibaribe, em Pernambuco, mostrou resultados gerais semelhantes ao obtido na presente pesquisa. Os indicadores referentes ao abastecimento total de água e o de saneamento básico mostraram que quase 40% dos municípios da bacia foi classificada com um atendimento muito baixo de água, enquanto o de

saneamento básico variou entre baixo e muito baixo. O que mostra que a realidade de defasagem desses serviços não é isolado.

No trabalho de Brito *et al.* (2020) é aplicado o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) em comunidades da Ilha de Cotijuba, localizada no município de Belém-PA e próxima à bacia do rio Marapanim, índice esse que, assim como o ISHR, também utiliza os componentes de Capacidade, Recursos Hídricos, Uso da Água, Acesso a Água e Meio Ambiente. O IPH geral médio obtido para as comunidades foi de 5,69, enquanto os individuais variaram entre 4,7 e 6,6, adequando-se à situação hídrica considerada "regular" e apenas uma como "bom", observada a baixa disponibilidade de água de qualidade, poluição das fontes hídricas e da precariedade do sistema de abastecimento de água. Problemas esses semelhantes aos observados na presente pesquisa, mas que refletiram mais na classificação final das comunidades.

A tabela 13 apresenta uma relação entre o desempenho das comunidades em relação ao ISHR e sua relação com a porcentagem de internações hospitalares por doenças ligadas ao saneamento inadequado.

Tabela 13 – Relação entre o ISHR e a % de internações por doenças relacionadas ao saneamento inadequado em 2017 nos respectivos municípios.

Município	**Média da comunidade**	**% de internações por doenças relacionadas ao saneamento inadequado 2017**
Castanhal	6,34	2,14
Curuçá	6,89	4,96
Igarapé-Açú	6,47	3,21
Magalhães Barata	6,81	1,99
Maracanã	7,39	6,46
Marapanim	6,88	1,26
Santa Izabel	6,27	3,07
Santo Antônio do Tauá	5,96	32,14
Sâo Caetano de Odivelas	6,89	2,45
São Francisco do Pará	7,13	1,6
Terra Alta	6,94	1,51
Vigia	6,74	10,01

Fonte**:** Autora (2025).

Essa relação é fundamental para entender como a infraestrutura hídrica influencia diretamente a saúde da população. Os dados indicados não apresentaram um padrão perfeito, mas, majoritariamente, os municípios com ISHR mais alto (como Maracanã e São Francisco do Pará) tendem a ter menores porcentagens de internações. Por exemplo, São Francisco do Pará, com um ISHR de 7,13, teve apenas 1,6% de internações por doenças associadas ao saneamento inadequado. Em contrapartida, Santo Antônio do Tauá, que apresentou o menor

ISHR (5,96), registrou a maior taxa de internações (32,14%). Esse dado sugere uma forte relação entre deficiências na infraestrutura hídrica e impactos negativos na saúde pública.

Diversos são as influências do descarte inadequado de efluentes sanitários e a saúde da população. Leal *et al.* (2015) explica que o lançamento inadequado de efluentes domésticos expõe a comunidade a doenças transmitidas por agentes contaminantes presentes nesse esgoto, além de contribuir com a contaminação e alteração do meio ambiente, seja da qualidade do recurso hídrico, seja do solo, o que prejudica não apenas a população, mas também a fauna e a flora da região.

Da Silva *et al.* (2021) diz que "A falta de suporte por parte das prefeituras e concessionárias para coleta e tratamento de esgoto faz com que a população busque alternativas através de soluções individuais, como a construção de fossas sépticas, negras ou ligações de esgoto diretas para canais ou rios.". Tischer (2017) e Costa e Guilhoto (2014) explicam que o uso de fossas mal dimensionadas podem ocasionar a contaminação do solo e de lençois freáticos próximos, impactando diretamente a água de poços da região, assim como pode ocorrer a contaminação de rios e nascentes quando despejados os efluentes diretamente neles, situações essas que causam o aumento de doenças de veiculação hídrica.

Essa relação reforça a importância da infraestrutura hídrica e do saneamento adequado para a qualidade de vida da população. Oliveira *et al.* (2017) discorre sobre a dificuldade que a Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano tem para inspecionar as soluções alternativas de abastecimento e destaca a necessidade de investimento para que essas ações sejam efetivas. Roland *et al*. (2021) afirma que garantir saneamento básico nas áreas rurais não é apenas uma questão técnica, mas um compromisso social e humano com a equidade e o bem-estar dessas populações.

Os resultados gerais do ISHR, assim como de cada componente, apresentaram-se positivos na presente pesquisa, mesmo diante das diversas problemáticas identificadas. No entanto, é essencial ressaltar que vários fatores influenciaram os resultados finais obtidos, como as adaptações realizadas na pesquisa, incluindo a utilização de apenas 3 dos 5 componentes originalmente propostos e alterações nos pesos atribuídos a cada um deles. Além disso, fatores como a percepção subjetiva dos moradores em relação às perguntas do questionário, o desconhecimento de muitos sobre o tema abordado e respostas que nem sempre representam fielmente a realidade vivida nas comunidades também impactaram

significativamente os resultados. Essas nuances destacam a complexidade da análise e reforçam a necessidade de interpretações cuidadosas ao avaliar os dados.

5.4 Caminhos para a Sustentabilidade Hídrica

A gestão eficiente dos recursos hídricos é essencial para garantir o abastecimento de água potável e o tratamento adequado do esgoto. No entanto, como observado neste estudo, as comunidades rurais, mesmo com resultados variando principalmente entre potencialmente sustentáveis e intermediárias, desafios com o abastecimento de água e esgotamento sanitário comprometem a qualidade de vida da população e a sustentabilidade ambiental. Para mitigar esses impactos, é necessário adotar estratégias que combinem inovação tecnológica, planejamento integrado e políticas públicas eficazes

O arcabouço legal com a Política Federal e Estadual de Saneamento Básico, Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos têm os princípios bem definidos de universalização do acesso aos serviços de saneamento básico e água, reconhecendo que ela é dotada de função social. Os seus instrumentos de implantação PLANSAB e PNRH são baseadas em questões essenciais que precisam ser levadas em consideração para o alcance desses objetivos: a gestão sustentável, sistemática, integrada e que se adapte com as particularidades de cada região.

A implementação plena dos instrumentos de gestão das políticas é essencial para a melhoria das condições atuais vivenciadas nas comunidades rurais estudadas. Gottstein (2020) discorre sobre a importância do PERH, pois objetiva atuar na política e gestão da água, com um plano estratégico de aproveitamento e proteção dos recursos hídricos, ao passo de que destaca que a gestão da água é indispensável para o alcance do desenvolvimento sustentável, com a priorização da gestão integrada bacia hidrográfica, de maneira que políticas públicas sejam fortalecidas e consistentes

Ademais, é importante destacar o fortalecimento dos entes do sistema estadual de recursos hídricos para implementação de ações efetivas. Santos *et al*. (2022) explica que para o aperfeiçoamento da implementação dos instrumentos da política é necessária a integração e o fortalecimento dos entes do SEGRH, em especial os Comitês de bacia, para que possam exercer suas competências legais, o seu papel na política de recursos hídricos e a implementação efetiva de melhorias para os diversos usuários.

O desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos na BHRM não pode ser pensado apenas a partir de um diagnóstico de carências estruturais ou da constatação de insuficiência

de investimentos. Embora o financiamento de políticas públicas seja um fator essencial para viabilizar melhorias no abastecimento de água e no saneamento básico, sua aplicação deve estar alinhada com a realidade local, considerando as particularidades ambientais, sociais e culturais da região, como previsto no PLANSAB E PNRH. Um aporte financeiro sem infraestrutura adequada, gestão capacitada e adesão da população resulta em desperdício de recursos e perpetuação dos problemas existentes.

A formulação de soluções eficazes demanda, primeiramente, uma compreensão aprofundada da percepção dos moradores sobre os desafios que enfrentam diariamente. As comunidades impactadas pelas falhas citadas são as principais conhecedoras das dinâmicas locais e dos efeitos práticos da ausência de políticas públicas efetivas. Assim, sua participação ativa no processo de tomada de decisão deve ser considerada um elemento estruturante na construção de estratégias realmente aplicáveis e sustentáveis, por isso a necessidade do fortalecimento do CBHRM.

A abordagem deve ser integrada e multidimensional. Para o abastecimento de água, medidas como a redução de perdas no sistema de distribuição, a proteção dos mananciais e a implementação de tecnologias descentralizadas para captação e tratamento são alternativas viáveis, desde que adaptadas às condições da BHRM. No saneamento, a ampliação das redes de esgotamento sanitário deve ser combinada com soluções de baixo custo e alto impacto, como sistemas de tratamento individual ou comunitário que garantam eficiência no uso da água e minimizem impactos ambientais.

O Programa Água para Todos, instituído pelo Decreto nacional nº 7.535 de 2011, exemplifica uma política pública voltada à redução das desigualdades no acesso à água em comunidades rurais, promovendo segurança hídrica e melhorias na qualidade de vida (Brasil, 2011). Implementado como parte do Plano Brasil Sem Miséria, o programa buscou atender populações historicamente vulneráveis, especialmente em regiões com escassez hídrica, por meio da instalação de sistemas simplificados de abastecimento, cisternas para captação de água da chuva e outras infraestruturas adaptadas às condições locais (Campos e Alves, 2014).

A efetividade dessa iniciativa reforça a importância da implementação de soluções estruturadas, uma vez que a mera existência de recursos naturais não garante sua distribuição equitativa. Para áreas sem veiculação hídrica, as fossas secas são ideais para populações dispersas e com baixa disponibilidade de água, enquanto a versão ventilada reduz odores, tornando-se mais aceitável. Já para locais com veiculação hídrica, o tanque séptico com filtro

anaeróbico e os sumidouros ou valas de infiltração se mostram eficientes no tratamento dos efluentes, enquanto soluções naturais, como wetlands construídas, também são sustentáveis e eficazes (Raid, 2017 e Silva, 2017).

As soluções para esgotamento sanitário em comunidades rurais destacam diferentes tecnologias adaptadas às condições locais. No entanto, desafios como a manutenção dessas estruturas e a capacitação da população para sua gestão autônoma evidenciam a necessidade de continuidade e aprimoramento de políticas públicas. Roland *et al.* (2021) disserta que comunidades de Minas Gerais abandonaram estruturas de abastecimento construídos por gestores, seja pela falta de diálogo, seja pela falta de sustentabilidade econômica, mas se adaptaram a uma nova opção, após o diálogo com os moradores, ações de educação ambiental e identificação de opinião: os filtros de barro com velas cerâmicas. Caso esse que destaca a importância da adequação às particularidades de cada localidade.

6 CONCLUSÃO

A aplicação do ISHR nas comunidades rurais dos municípios do CBHRM revelou resultados medianos a relativamente bons para as 12 localidades estudadas. Contudo, os relatos dos entrevistados nas diferentes comunidades evidenciaram desafios que ainda precisam ser enfrentados. Embora 11 das comunidades tenham sido classificadas como "Potencialmente Sustentáveis" e apenas uma como "Intermediária", inadequações frente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário ainda são percebidos nas comunidades, como o armazenamento inadequado da água, falta de análises, problemas de disponibilidade em períodos de escassez, falta de capacitação, conflitos, destino inadequado de esgoto e instalações sanitárias inadequadas.

Essas limitações são agravadas por questões socioeconômicas, como baixa escolaridade e renda, que expõem a relação entre desigualdade social e a falta de acesso a serviços básicos, que também afetam diretamente a saúde da população, com o aumento de doenças de veiculação hídrica. Adicionalmente, a negligência governamental contribui para perpetuar essas disparidades, deixando as populações rurais à margem das prioridades da administração pública.

Esse compromisso com as metas estabelecidas pelo ODS 6, que busca garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos, a implementação de políticas públicas alinhadas com as especificidades locais e os princípios das leis nacionais

e estaduais, associada à participação ativa das comunidades, é essencial para alcançar a sustentabilidade hídrica e melhora da qualidade de vida e dignidade da população. Também é fundamental o fortalecimento e integração dos entes do SEGRH, em especial do CBHRM, para que possam exercer plenamente seu papel na resolução de conflitos e no planejamento estratégico da gestão hídrica.

A utilização do ISHR se mostrou uma importante ferramenta para a identificação de problemas ao trabalhar diretamente com a população das comunidades rurais. Portanto, espera-se que este estudo sirva como um ponto de partida para ações que promovam mudanças significativas, com investimento em infraestrutura, educação ambiental e capacitação da população. Apenas através de um esforço contínuo e integrado será possível garantir o equilíbrio entre o uso dos recursos hídricos e a preservação ambiental, promovendo qualidade de vida e bem-estar às presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, B. et al. Direito humano em perspectiva: desigualdades no acesso à água em uma comunidade rural do nordeste brasileiro. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 63-82, 2016.

ALVES, R. J. M.; PONTES, A. N.; GUTJAHR, A. L. N. Caracterização socioeconômica de comunidades rurais amazônicas do estado do Pará, Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 210, 2015.

ANDRADE, S. O. et al. Percepção ambiental do corpo docente e discente da modalidade EJA de uma escola estadual no município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 01-09, 2016.

ANGELIS, G. de N. **Características e processos de tratamento da água em Maringá/PR**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Centro Universitário Internacional Uninter, Maringá, 2022.

API, E. A. O Aquífero Guarani em Santa Catarina. **RCMOS-Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 5, p. 217-230, 2021.

ARAÚJO, R. O.; CÂNDIDO, G, A. Sistema de Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias Sociais: Proposição de uma metodologia. **Revista Espacios**, v.38, n.02, p.1-18, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 17080:2023** - Plano de Segurança da Água: princípios e diretrizes para elaboração e implementação. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BALBINO, H. F. et al. Recursos hídricos e educação básica: análise da comercialização da água e propostas pedagógicas no distrito de Siriji, município de São Vicente Férrer-PE. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 12, p. e8072-e8072, 2024.

BARBOSA, L. de Q. **Gestão dos recursos hídricos transfronteiriços – estudo de caso do PPM da Bacia do Prata (PPM-Prata)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina, Brasília, 2023. Disponível em: Metadados do item: Gestão dos recursos hídricos transfronteiriços – estudo de caso do PPM da Bacia do Prata (PPM-Prata). Acesso em: 19 mar. 2025.

BARROS, B. F. **Estudo técnico do sistema de esgotamento sanitário de Itacajá - TO**. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2021. Disponível em: https://umbu.uft.edu.br/handle/11612/3780. Acesso em: 19 mar. 2025.

BATISTA, L. M.; NEU, V.; MEYER, L. F. F. Água de chuva: uma alternativa para comunidades rurais no estado do Pará. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 54, p. 21-37, 2022.

BENNEMANN, C. B.; LIMA, F. P. A.; SILVA, R. F. B. Indicadores de sustentabilidade: uma análise bibliográfica da literatura. In: **SUSTENTABILIDADE, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE:** Tópicos Atuais em Pesquisa – Volume 2. Editora Científica Digital, 2024. p. 113-127.

BORMA, V. D. S. et al. Contexto histórico brasileiro do saneamento básico-PLANASA, PLANSAB, PNSB e Lei nº 14.026/2020. Desafio 1: XIX SINAOP - Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas. IBRAOP, 2021. Disponível em: Desafio-1-CONTEXTO-HISTORICO-BRASILEIRO-DO-SANEAMENTO-BASICO.pdf. Acesso em: 19 mar. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011**. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "Água para Todos". Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 jul. 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm. Acesso em: 19 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 19 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, estabelece critérios para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997, p. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888**, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html. Acesso em: 21 mar. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS),** 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis. Acesso em: 21 mar. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília, 25 jul. 2019. Disponível em: Versao Conselhos Resolução Alta - Capa Atualizada. Acesso em: 19 mar. 2025.

BRASIL. Política e plano municipal de saneamento básico: Convênio FUNASA /ASSEMAE - FUNASA/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 2. ed. Brasília: FUNASA, 2014.

BRITO, Fábio Sergio Lima et al. Uso de indicador hídrico na Ilha de Cotijuba, município de Belém-PA. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, n. 2020, 2020.

BUCKLEY, C. F. O. **Adaptação do indicador de salubridade ambiental para análise de empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial em Aracaju - SE**. 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2010. Disponível em: https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/4173. Acesso em: 19 mar. 2025.

BUHLER, A. **Estradas rurais, uma porta para o desenvolvimento e conectividade territorial** / Brasil. Distrito Capital: CAF - Banco de Desenvolvimento de América Latina e do Caribe, 2023. Disponível em: https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2085. Acesso em: 19 mar. 2025.

CAMPOS, A.; ALVES, A. M. O programa Água para Todos: ferramenta poderosa contra a pobreza. **Brasil sem Miséria**. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), 2014. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_sem_miseria/livro_o_brasil_sem_miseria/artigo_17_i.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

CARDOSO, A. S.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G. Barômetro da sustentabilidade aplicado ao município de Moju, estado do Pará. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 234-263, jan./abr. 2016.

CARMO JÚNIOR, E. L. **Atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba / PB: uma análise das reuniões colegiadas no período de 2007 a 2020**. 2021. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2021. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/26303. Acesso em: 19 mar. 2025.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020.

CASTRO, C. N. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: Ipea, 2022. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=39102&Itemid=1. Acesso em: 19 mar. 2025.

CHAVES, H. L. A.; ARCOVERDE, A. C. B. Desigualdades e privação de direitos na sociabilidade capitalista e suas expressões no Brasil. **Serviço Social & Sociedade**, n. 141, p. 164-182, 2021.

CIRILO, B. B.; ALMEIDA, O. T. Os limites à atuação do poder público municipal na gestão de recursos hídricos das bacias hidrográficas do rio Marapanim e do rio Itacaiúnas, estado do Pará. **Geografares**, n. 31, p. 1-23, 2020. Disponível em: http://journals.openedition.org/geografares/854. Acesso em: 19 mar. 2025.

CIRILO, B. B.; ALMEIDA, O. T. Os limites à gestão de recursos hídricos no estado do Pará: uma análise técnica. **Desenvolvimento em Questão**, v. 20, n. 58, p. e11542, 2022.

COELHO, A. S. et al. Impactos das mudanças de uso da terra nas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no nordeste do estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 13, n. 1, p. 107-120, jan./abr. 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/13421. Acesso em: 19 mar. 2025.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO PARÁ - CERH. **Resolução nº 16, de 23 de novembro de 2018**. Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográficas, no âmbito do Estado do Pará. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, 27 nov. 2018.

CORREIA, V. F. S. **Programa saneamento expresso: potencial de disseminação estratégica das inter-relações entre gestão de recursos hídricos, saneamento básico e educação ambiental.** 2024. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/handle/ri/40921. Acesso em: 19 mar. 2025.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestor. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, p. 51-60, 2014.

CRISPIM, D. L. et al. Análise da sustentabilidade hídrica de comunidades rurais do município de Pombal–PB. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 24, p. 10.5902, 2020.

CRISPIM, D. L. **Índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR): uma abordagem multicritério e participativa para comunidades rurais em áreas com abundância e escassez de água**. 2021. 356 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2021.

DA CUNHA KEMERICH, P. D.; RITTER, L. G.; DE BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais,** p. 3718-3722, 2014.

DA SILVA JUNIOR, M. B. et al. A política de recursos hídricos no contexto da institucionalização do comitê da bacia hidrográfica do rio Marapanim no Pará. **Para Onde!?**, v. 17, n. 1, p. 125-147, 2023.

DA SILVA NOGUEIRA, A. et al. Caracterização socioeconômica do sistema de produção de mandioca de agricultores familiares do Município de São Francisco do Pará. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e473101321355-e473101321355, 2021.

DA SILVA, G. K. et al. Análise de projeções das mudanças climáticas sobre precipitação e temperatura nas regiões hidrográficas brasileiras para o século XXI. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, v. 55, n. 3, p. 420-436, 2020.

DA SILVA, J. C. C. et al. Índice de sustentabilidade nas sedes municipais da bacia hidrográfica do rio Marapanim (Pará/Brasil). **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 10, n. 1, p. e18300-e18300, 2021.

DA VEIGA, J. E. Para entender o desenvolvimento sustentável. **Editora 34**, 2016.

DAMKE, F.; BRANDALISE, L. T. Influência do segmento de atuação do indivíduo sobre a percepção e comportamento de consumo ambiental. **Ágora: revista de divulgação científica**, v. 26, p. 106-129, 2021.

DE CASTILHO BARBOSA, I. N. B. de. **Projeto Geo-Escola em Ribeirão Preto (SP): difusão do conhecimento geológico para conservação de águas subterrâneas**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=555513. Acesso em: 20 mar. 2025.

DE OLIVEIRA FÉLIX, W.; ARAÚJO, V. M. Das águas particulares às águas públicas: uma análise dos instrumentos públicos para regulação e gestão das águas no Brasil. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, 2023.

DE SOUSA, R. S.; MENEZES, L. G. C.; FEIZZOLA, J. F.; FIGUEIREDO, R. O.; SÁ, T. D. A.; GUERRA, G. A. D. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1095-1107, 2016.

DE SOUZA ANDRADE, Á. et al. Alterações ambientais na Bacia Hidrográfica do rio Marapanim, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 208-216, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327638184_Alteracoes_ambientais_na_Bacia_Hidrografica_do_rio_Marapanim_Para. Acesso em: 20 mar. 2025.

DEWES, J. O. **Amostragem em bola de neve e respondent-driven sampling: uma descrição dos métodos**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Estatística) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática, Departamento de Estatística, Porto Alegre, 2013. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/93246. Acesso em: 09 abr. 2025.

DO NASCIMENTO, E. K. Á.; CAMACHO, R. G. V.; DO NASCIMENTO SOUZA, D. N. Análise da percepção ambiental da comunidade de Cacimba Funda (CE). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 4, p. 10-17, 2021.

DOS SANTOS, É. J.; PIMENTEL, G. S. R. Quando subverter não é apenas uma palavra: implicações da política de gestão das escolas militarizadas. **Seminário Nacional e Seminário Internacional Políticas Públicas, Gestão e Práxis Educacional**, v. 1, p. 397–410, 2024.

DUTRA, M. T. D. **Desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica: o caso da bacia do Rio Capibaribe, Pernambuco**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPE_52927cdd752c7b2f17b4f828af51ffe5. Acesso em: 20 mar. 2025.

ENDO, M.; JODAS, F. Saneamento básico: um direito a ser universalizado. **KPMG Brasil**, 2020. Disponível em:

https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/pdf/2020/07/br-saneamento-basico.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

FAO. **Water for Sustainable Food and Agriculture**: a report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. 33 p.

FILPO, O. M. B. de. **Aplicação do método DRASTIC-L para avaliação de vulnerabilidade de águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Marapanim, Pará**. 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023.

FRANCO, A. de O.; CASTRO, C. N. Desafios à implementação dos Comitês de Bacias Hidrográficas na Região Norte. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 32, p. 89-98, jun./dez. 2024. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/16006. Acesso em: 20 jan. 2025.

FURIGO, R. de F. R. et al. Saneamento no olhar dos direitos humanos. **Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**, v. 20, p. 106, 2023.

G1. Moradores reclamam de fumaça liberada pelo lixão de Vigia, no Pará. **G1**, 2015. Disponível em: https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2015/10/moradores-reclamam-de-fumaca-liberada-pelo-lixao-de-vigia-no-para.html. Acesso em: 14 mar. 2025.

GAMA, A. S. M. et al. Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 2, p. 1-16, 2018.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, 2012.

GOMES, U. A. F.; HELLER, L. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade? **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 623-633, 2016.

GOTTSTEIN, Pauline. **Proposta de uso de indicadores de sustentabilidade hídrica como subsídio para a gestão de recursos hídricos.** 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

HENRIQUES, D. Educação para a sustentabilidade no placebrand e marca IES de língua portuguesa. **Migrações, Desigualdades e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 213, 2024.

INPE-PRODES Digital. 2017. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. Disponível em: https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/. Acesso 15 jan 2025

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Divisões regionais do Brasil. Disponível em:

https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html. Acesso em: 01 mar. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (Ipea). Cadernos ODS: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61259419/190524_cadernos_ODS_objetivo_620191118-120322-1xrszy0-libre.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2022. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Release-Esgotamento-sanitario-e-Doencas.pdf. Acesso em: 19 mar. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Futuro em risco: **Efeitos da falta de saneamento na vida de grávidas, crianças e adolescentes**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/10/Futuro-em-risco-v.2024-10-08.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

JUWANA, I.; MUTTIL, N.; PERERA, B. J. C. Indicator-based water sustainability assessment—a review. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 357-371, 2012.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.

LAMEIRA, W. J. et al. Adaptação do Barômetro da Sustentabilidade para avaliar municípios da microrregião de Ribeirão Preto, São Paulo. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**, Centro de Ciência do Sistema Terrestre, São José dos Campos, SP, Brasil, 2016.

LEAL, A. B. et al. Destinação final do esgoto das residências na comunidade de Retiro, zona rural, Itapemirim-ES. In: **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2015, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: IBEAS, 2015. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IX-004.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

LIMA, A. O. A. F. Serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário: as teias hídricas da vida. In: Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS): Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico. p. 284-294, 2009.

MAGALHÃES, D. L. et al. Acesso à saúde e qualidade de vida na zona rural. **Research, Society and Development,** v. 11, n. 3, p. e50411326906-e50411326906, 2022.

MAGALHÃES, F. J. C.; PAULO, P. L. Abastecimento de água, esgotamento doméstico e aspectos de saúde em comunidades Quilombolas no Estado de Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, v. 18, p. 103-116, 2017.

MAIA, D.; FERNANDES, L. L.; TEIXEIRA, L. G. Diagnóstico do abastecimento e consumo de água segundo a percepção do usuário em duas áreas residenciais no estado do Pará. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 105 - 115, out. 2015/mar. 2016.

MARCHESI, M. D. T. **Desigualdades de acesso ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário no Brasil: uma análise dos desafios e perspectivas no território insular marítimo brasileiro**. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/80345. Acesso em: 20 mar. 2025.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. de. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro-Posições**, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.

MEDEIROS, L. K. A. **Avaliação de impactos ambientais do esgotamento sanitário em Ipueira-RN**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB, Brasil, 2024. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/39960. Acesso em: 20 mar. 2025.

MEDEIROS, V.; OLIVEIRA, A. M. H. C. de. O acesso à infraestrutura e a pobreza no Brasil: uma investigação empírica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 2, p. e200520, 2020.

MEIRELLES, F. S. C.; DUARTE, P. M. Desafios dos processos de capacitação do PNRH 2022-2040: uma visão pedagógica. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 25., 2023, Aracaju. Anais [recurso eletrônico]. Porto Alegre: ABRHidro, 2023.

MELLO, A. L. et al. Gestão de recursos hídricos no estado do Pará: desafios do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim. In: **21º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2021, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ABES, 2024. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/21silubesa_download/201_tema_iv.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

OLIVEIRA, J. S. C. et al. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 217-224, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cadsc/a/dmzQCmGvmCzPFd8cF3DzQMn/. Acesso em: 16 mar. 2025.

PAINEL SANEAMENTO. Localidade. Painel Saneamento, 2023. Disponível em: https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=15. Acesso em: 20 set. 2024.

PARÁ. **Decreto n° 288**, de 3 de setembro de 2019. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM), e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, 4 set. 2019.

PARÁ. **Decreto nº 288**, de 3 de setembro de 2019. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM). Diário Oficial do Pará: Gabinete do Governador, Belém, PA, ano 129, n. 33.971, p. 4, 4 set. 2019.

PARÁ. **Lei nº 6.381**, de 25 de julho de 2001.Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, 25 jul. 2001.

PARÁ. **Lei nº 7.731**, de 23 de setembro de 2013. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, 23 set. 2013.

PASQUALETTO, A. et al. Water Resources Availability and Demand in Brazil/Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil. **Informe Gepec**, v. 26, n. 1, p. 46-61, 2022.

PASTRE, F. **Indicadores do esgotamento sanitário de Medianeira/PR frente aos desafios do novo marco legal do saneamento básico**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2023. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/7168/2/Fauston_Pastre_2023.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

PAZ DE AGUIAR, W. et al. Análises de políticas públicas para a garantia do tratamento de água na cidade de Itaituba (Pará, Brasil). **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 18, n. 1, 2024.

PEIXOTO, W. L. G. **Política Estadual de Recursos Hídricos: análise da evolução das políticas públicas de recursos hídricos no Estado do Ceará**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76591. Acesso em: 21 mar. 2025.

PEREIRA, A. S. et al. **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria, RS: UAB/NTE/UFSM, 2018.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Avaliação Rápida Integrada (RIA) do Plano Plurianual 2022-2026: Corrente/Piauí**. Brasília: PNUD, 2024. 141 p.

RAID, M. A. de M. **Soluções técnicas de abastecimento de água e modelos de gestão: um estudo em quinze localidades rurais brasileiras**. 2017. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008.

REIS, V. J. A. et al. **O consumo consciente da água**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, Programa Recosol, 2018. Disponível em: https://recosol.uniriotec.br/wp-content/uploads/sites/32/2023/03/Artigo-EIA-2018-O-consumo-consciente-da-agua.pdf. Acesso em: 09 abr. 2025.

RIBEIRO, L. M. **Qualidade da água das minas do município de Pinheiral segundo análise dos padrões de qualidade e percepção da população local**. 2022. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia Industrial

Metalúrgica de Volta Redonda, Volta Redonda, 2022. Disponível em: https://pgta.uff.br/wp-content/uploads/sites/249/2023/01/PGTA-085.Luana-de-Moraes-Ribeiro.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

ROCHA, N. C. V.; LIMA, A. M. M. de. A sustentabilidade hídrica na bacia do rio Guamá, Amazônia Oriental/Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 130-148, 2022.

RODRIGUES, I. M.; DE SOUZA ARAÚJO, N. J.; DOS SANTOS ALMEIDA, B. L. O. Estudo de caso: usos múltiplos da água nas bacias hidrográficas do Puraquequara e Tarumã, Manaus–AM. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 6, p. 4298-4308, 2024.

RODRIGUES, K. Os comitês de bacia hidrográfica e a gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 2019, v. 20.

ROLAND, N. et al. Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: o PNSR em Acróstico e Crônicas. **Série Memórias do Programa Nacional de Saneamento Rural**, 2021.

SANTOS, F. F. S. **Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para análise do saneamento básico na cidade de Brejo Grande/SE**. 2016. 161 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016. Disponível em: https://ri.ufs.br/handle/123456789/4207. Acesso em: 21 mar. 2025.

SANTOS, I. C.; VELOSO, S.; NASCIMENTO, A. L. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM), precursor no estado do Pará: breve recorte histórico (2000-2015). Nota científica, 2022.

SANTOS, L. B. et al. Análise da dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 4, p. 1935-1952, 2020.

SANTOS, L. B. et al. Usos da terra e conservação da biodiversidade na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 3, p. 929-943, 2019.

SANTOS, N. A. P. et al. Implementação dos instrumentos de gestão: desafios para o aprimoramento. **Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas**, 2022. Disponível em: Implementação dos instrumentos de gestão.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

SANTOS, S. S. **Implementação dos instrumentos de gestão: desafios para o aprimoramento**. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP, 2021. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/dissertacoesdefendidas/dissertacao-sheila-silva-dos-santos.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

SANTOS, T. D. S. **Extração de areia: impactos socioambientais no município de Vigia de Nazaré - PA**. 2024. 45 f. Trabalho de Curso (Licenciatura em Geografia) – Campus Universitário de Ananindeua, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, 2024. Disponível em: https://bdm.ufpa.br/handle/prefix/7416. Acesso em: 21 mar. 2025.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará - SEMAS. Sumário Executivo do PERH-PA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará, Belém, 2023. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/Produto_Final_Sumario_Executivo_do_PERH-PA.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará - SEMAS. Zonas de Especial Interesse Ecológico. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará, Belém, 2017. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/digeo/zee/. Acesso em: 01 mar. 2025.

SILVA JUNIOR, M. B. **Gestão integrada de recursos hídricos por comitês de bacia hidrográfica na Amazônia: o caso do comitê da bacia hidrográfica do rio Marapanim, no Pará**. 2024. 213 f. Tese (Doutorado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/16732. Acesso em: 21 mar. 2025.

SILVA, A. G. **Proposição de técnicas e modelos de gestão para o esgotamento sanitário em áreas rurais brasileiras**. 2017. 218 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: Repositório Institucional da UFMG: Proposição de técnicas e modelos de gestão para o esgotamento sanitário em áreas rurais brasileiras. Acesso em: 16 mar. 2025.

SILVA, C. L. F.; PINHEIRO, J. R. Educação ambiental crítica no ensino escolar: contextualizando a ocupação do solo na Amazônia meridional. **Eventos Pedagógicos**, v. 15, n. 1, p. 27-43, 2024.

SILVA, E. B.; ALVES, C. S.; PORTILHO, J. C. Diagnóstico participativo de saneamento básico na comunidade rural do Baixo Rio Araguari, município de Ferreira Gomes-Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 17-23, 2016.

SILVA, J. A. N. Condições sanitárias e de saúde em Caiana dos Crioulos, uma comunidade Quilombola do Estado da Paraíba. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 111-124, ago. 2007.

SILVA, J. C. C. **Usos múltiplos da água e a sustentabilidade nas sedes municipais da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA**. 2020. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/15832. Acesso em: 21 mar. 2025.

SILVA, J. N. F. **Cidades e municípios sustentáveis: proposição de um modelo de indicadores cruzados para mapear a sustentabilidade dos municípios de Mato Grosso**. 2023. 218 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, 2023. Disponível em: https://ufr.edu.br/ppgta/wp-content/uploads/2020/09/Dissertacao_Jenifer.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

SILVA, N. C.; CÂNDIDO, G. A. Sistema de indicadores de sustentabilidade do desenvolvimento do turismo: um estudo de caso do município de Areia – PB. **Revista Brasileira de Pesquisa e Turismo**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 475-496, set./dez., 2016.

SOUSA, A. C. A.; GOMES, J. P. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 36-49, 2020.

SOUSA, R. S. et al. Water and health in igarapé-açu, pará, Brazil. **Saúde e Sociedade**, v. 25, p. 1095-1107, 2016.

SOUZA, J. H. et al. Desenvolvimento de indicadores síntese para o desempenho ambiental. **Saúde e Sociedade**, v. 18, p. 500-514, 2009.

SOUZA, P. P. S.; PEREIRA, J. L. G. Representação social de meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas de Teófilo Otoni - MG. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, 2011. Disponível em: https://repositorio.furg.br/handle/1/4132. Acesso em: 21 mar. 2025.

STARCK, K.; WINCKLER, S. T.; RENK, A. A.; LINS, E. A. M. Saneamento básico e desigualdade social no Brasil: uma análise histórica e contemporânea a partir de "O Cortiço" e "Os Sertões". In: 7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Anais. 2024. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2024/VIII-002.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

SULLIVAN, C. Calculating a water poverty index. **World Development**, v. 30, n. 7, p. 1195-1210, 2002.

TEIXEIRA, I. C. R. et al. Direito econômico e desenvolvimento sustentável: tecnologias sustentáveis. **Revista de Estudos Interdisciplinares do Vale do Araguaia - REIVA**, v. 6, n. 4, p. 12, 2023.

TELES, G. B**. Águas para a educação: avaliação do Programa Cisternas nas Escolas no distrito de Arapari em Itapipoca - Ceará.** 2024. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78036. Acesso em: 21 mar. 2025.

TISCHER, V. Magnitude do impacto do esgotamento sanitário no Brasil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/2ebc/c2358a0203253700694bb18d003867badde8.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

TOCHETTO, M. **Gestão comparativa de sistemas de coleta e tratamento de esgoto visando a universalização e a sustentabilidade**. 2021. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2021. Disponível em: http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/2179. Acesso em: 21 mar. 2025.

TONIOLO, B. P. et al. Indicadores morfométricos como instrumento de gestão da bacia hidrográfica do Rio Cotia (SP). **Holos Environment**, v. 21, n. 2, p. 282-302, 2021.

VENÂNCIO, M.; PESSÔA, V. L. S. As políticas de desenvolvimento de comunidades rurais no Brasil: a (re)organização do território rural no município de Catalão (GO). **Espaço em Revista**, v. 10, n. 1, p. 150-171, 2008.

VIEIRA, I. C. G. Abordagens e desafios no uso de indicadores de sustentabilidade no contexto amazônico. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 71, n. 1, jan./mar., 2019. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252019000100013&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 21 mar. 2025.

VILARINHO, C. M. R.; DO COUTO, E. de A. Saneamento básico e regulação no Brasil: desvendando o passado para moldar o futuro. **Revista Digital de Direito Administrativo**, v. 10, n. 2, p. 233-257, 2023.

ANEXO

COMPONENTE RECURSOS HÍDRICOS (*C1*)				
SUBCOMPONENTES		**INDICADORES**	**VARIÁVEIS**	**NOTAS**
Nome	**Peso**			
Qualidade da água	34,6	Sabor da água	Doce	10
			Salina	6
			Salobra	2
			Amargo (com ferro)	4
			Não sabe responder	0
		Cor da água	Clara	10
			Esverdeada	5
			Turva	6
			Espumosa	3
			Lamacenta	2
			Amarelada	7
			Outros	1
		Análise físico-química e bacteriológica da água	Sim	10
			Às vezes	5
			Não	2
		Percepção sobre a qualidade da água	Excelente	10
			Boa	8
			Regular	6
			Ruim	4
			Péssima	2
		Desinfecção da água	Sim	8,7
			Não	1,3
		Ocorrência de doenças de veiculação hídrica	Sim	1,8
			Não	8,2
Fonte hídrica	36,8	Fontes existentes para captação de água na comunidade	Rios perenes	10
			Rios intermitentes	8
			Poço tubular (Freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes)	9
			Poço escavado (cacimba, cacimbão e amazonas)	5
			Cisterna de placa (água de chuva)	7
			Barragem / represa de água	6
			Açude (pequeno e/ou médio)	5
			Igarapé	4
			Barragem subterrânea	3

			Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra	2
		Disponibilidade de água no período menos chuvoso	Sim	8,2
			Não	1,8
		Fonte hídrica utilizada no abastecimento da residência	Rios perenes	10
			Rios intermitentes	8
			Poço tubular (Freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes)	9
			Poço escavado (cacimba, cacimbão e amazonas)	5
			Cisterna de placa (água de chuva)	7
			Barragem / represa de água	6
			Açude (pequeno e/ou médio)	5
			Igarapé	4
			Barragem subterrânea	3
			Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra	2
Manejo dos recursos hídricos	28,6	Armazenamento de água na residência	Caixa d'água	10
			Cisterna	8
			Tanque	6
			Tambor	5
			Balde	4
			Pote	3
			Outros	2
		Realização de capacitação de manejo e conservação de água	Sim	8,2
			Não	1,8
		Encarregado (a) do gerenciamento da água	Esposo	8,8
			Esposa	8,9
			Filho	6,5
			Idoso	4

COMPONENTE RECURSOS USO DA ÁGUA (C2)				
SUBCOMPONENTES		**INDICADORES**	**VARIÁVEIS**	**NOTAS**
Nome	**Peso**			
Consumo de água para uso doméstico	23,8	Consumo médio diário de água (por economia)	Até 100 L	6
			100 L à 150 L	8
			150 L à 200 L	10
			200 L à 250 L	4
			Acima de 250 L	2
		Atividade doméstica de maior consumo de água na residência	Água de beber	10
			Preparo de alimentos	8

			Higienização corporal e bucal	6
			Lavagem de roupa	4
			Limpeza de cozinha e utensílios de cozinha	5
			Outros	2
Usos múltiplos e conflitos	25,5	Uso da água para mais de uma finalidade	Sim	7,2
			Não	2,8
		Conflitos pelos usos da água	Sim	1,8
			Não	8,2
Disponibilidade de água	28,2	Quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades	Excede às necessidades (abundância)	10
			Satisfaz plenamente	7,8
			Satisfaz com limitações	6,3
			Não satisfaz (escassez)	1,6
		Disponibilidade de água para implementar projeto de irrigação	Sim	8,2
			Não	1,8
Percepção sobre uso e conservação da água	22,5	faz racionalização do uso da água	Sim	8,2
			Não	1,8
		Reuso de água	Sim	6,5
			Não	3,5

COMPONENTE ACESSO À ÁGUA (*C3*)				
SUBCOMPONENTES		**INDICADORES**	**VARIÁVEIS**	**NOTAS**
Nome	**Peso**			
Abastecimento de água	27	Acesso à rede de abastecimento de água	Sim	8,2
			Não	1,8
		Período de recebimento de água	Diário	10
			Semanal	8
			Quinzenal	6
			Mensal	4
			Outros	2
Esgoto Sanitário	27,3	Conhece o destino do esgoto sanitário	Sim	7,6
			Não	2,4
		Destino do efluente sanitário	Coleta pública	10
			Fossa séptica e/ou fossa séptica biodigestora	8,2
			Fossa negra e/ou rudimentar	1,8
			Vala a céu aberto	0
			Lançado em um manancial próximo	0
			Outros	0

		Localização e tipo de instalação sanitária	Interno e instalação limpa (torneira, pia, chuveiro, vaso sanitário, descarga)	8,2
			Externo e instalação não limpa (campo aberto, balde, sem torneira, pia, chuveiro e vaso sanitário)	1,8
Transporte da água do manancial para residência	23,2	Distância média da fonte hídrica até a residência	> 1 km	2,5
			< 1 km	5
			Até 100 m	7,5
			Múltiplas torneiras instaladas no domicílio	10
		Tempo gasto na coleta, espera e transporte da água	Água encanada	10
			> 30 min.	2,5
			< 30 min.	5
			Até 5 min.	7,5
		Quantidade de vezes durante o dia para buscar água	Água bombeada	10
			1 vez	8
			2 vezes	6
			3 vezes	4
			> 3 vezes	2
		Meio de transporte utilizado para levar a água da fonte até o domicílio	Bomba de água	10
			Carro próprio ou pipa	8
			Com moto	6
			Por animais	5
			Com bicicletas	4
			Com mané-magro	3
			Carregando nas mãos, ombros ou cabeça	2
Acesso à comunidade	22,5	Condição de acesso à comunidade	Excelente	10
			Boa	8
			Regular	6
			Ruim	4
			Péssima	2