



Universidade Federal
de Campina Grande



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DE
RECURSOS NATURAIS

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PRIORIZAÇÃO PARA
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM
COMUNIDADES RURAIS

MARIA ALINY SOUZA SILVA

Campina Grande, 2025

MARIA ALINY SOUZA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PRIORIZAÇÃO PARA
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM
COMUNIDADES RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.

Área de concentração: Engenharia de Recursos Naturais

Orientador (a): Prof.^a Dra. Patricia Hermínio Cunha

Campina Grande

2025

S586d

Silva, Maria Aliny Souza.

Desenvolvimento de um modelo de priorização para implantação de sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais / Maria Aliny Souza Silva. – Campina Grande, 2025.

113 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2025.

"Orientação: Profa. Dra. Patricia Hermínio Cunha".

Referências.

1. Saneamento Rural. 2. Abastecimento de Água – Zona Rural. 3. Sistemas de Gestão Compartilhada. 4. Comunidades Rurais – Campina Grande-PB. 5. Critérios de Seleção e Priorização das Comunidades Rurais. 6. Ranking das Comunidades Rurais. I. Cunha, Patricia Hermínio. II. Título.

CDU 628.1(1-22)(813.3)(043)

MARIA ALINY SOUZA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PRIORIZAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de mestre/doutor em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovada em: 21/02/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Patricia Herminio Cunha (Orientadora)
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Prof. Dra. Viviane Farias Silva (membro interno)
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Prof. Dr. Luis Henrique Herminio Cunha (membro interno)
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Prof. Dra. Uende Aparecida Figueiredo Gomes (membro externo)
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA E GESTAO DE RECURSOS NATURAIS
Rua Aprígio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

Maria Aliny Souza Silva

“DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS”.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais como pré-requisito para obtenção do título de Mestre Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovada em: 21/02/2025

Dr.(a.) **Patrícia Herminio Cunha** (Orientador PPGEGRN).

Dr.(a.) **Viviane Farias Silva/PPGEGRN/UFCG**(Examinador Interno).

Dr.(a.) **Luis Henrique Herminio Cunha/UACS/UFCG** (Examinador Externo).

Dr.(a.) **Uende Aparecida Figueiredo/UFGM** (Examinador Externo).



Documento assinado eletronicamente por **PATRICIA HERMINIO CUNHA FEITOSA, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/02/2025, às 14:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **VIVIANE FARIAS SILVA, COORDENADORA DE PÓS GRADUAÇÃO**, em 06/03/2025, às 14:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **UENDE APARECIDA FIGUEIREDO GOMES, Usuário Externo**, em 06/03/2025, às 15:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **LUIS HENRIQUE HERMINIO CUNHA, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 07/03/2025, às 09:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **5228458** e o código CRC **68CD7B7C**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Helena e Valbe, pelo carinho, apoio, incentivo e todos os sacrifícios realizados para que eu atingisse meus objetivos.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Patricia Hermínio Cunha, pelos conhecimentos, ideias e experiências compartilhados, a qual sempre me motivou e inspirou durante os anos em que foi coordenadora dos projetos de pesquisa que participamos juntas, e pela orientação durante o mestrado.

Aos amigos e colegas de trabalho que conheci durante o projeto FUNASA/UFCG para elaboração dos PMSB de municípios da Paraíba, pelos aprendizados que me fizeram uma profissional melhor, e de onde surgiu o desejo de realizar o mestrado e desenvolver pesquisas voltadas ao saneamento básico.

À equipe da UFCG/Prefeitura Municipal de Campina Grande, responsável pela atualização do PMSB do município, e, em especial, aos meus amigos Ailton, Ayrton, Gabi, Ivens, Kaliane e Mateus, pelo apoio na coleta de dados, nas visitas técnicas e na realização de oficinas, sem o qual este trabalho não teria sido possível.

À equipe colaboradora do PPGEGRN, aos professores, pela acolhida e dedicação aos seus alunos, e a todos os funcionários que foram continuamente prestativos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido.

A todos aqueles que, de alguma forma, colaboraram ou me acompanharam nessa jornada.

RESUMO

Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos é um dos objetivos do desenvolvimento sustentável adotado pelas Nações Unidas. No meio rural, devido à necessidade de soluções imediatas e práticas para a questão do abastecimento de água, a construção de sistemas de abastecimento de água com gestão compartilhada em comunidades rurais é uma alternativa viável. Diante à realidade de altas demandas e recursos direcionados ao saneamento limitados, a determinação de critérios de hierarquização de programas de saneamento básico é de suma importância. Objetivou-se por meio desse trabalho desenvolver um modelo de hierarquização para implantar sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais. O modelo tem como base os dados do município de Campina Grande, Paraíba. Primeiramente foi elaborado um panorama do abastecimento de água na área rural do município. Os critérios de seleção foram utilizados para filtrar as localidades, por meio das restrições. Faixas de prioridade — baixa, média, alta e muito alta — foram definidas para os critérios de priorização usando uma análise exploratória do intervalo interquartil. O grau de importância relativo de cada critério foi definido utilizando o método do processo hierárquico analítico (AHP). Por fim foi elaborada a hierarquização das comunidades rurais de Campina Grande. Os critérios e respectivos pesos escolhidos foram: quantidade e proximidade de domicílios (34,9%), disponibilidade de fontes hídricas (27%), internações por doenças relacionadas ao saneamento inadequado (20,5%), organização social (12,4%) e ambiente (5,2%). A partir da aplicação do modelo, em Campina Grande foram identificadas e ranqueadas 28 comunidades rurais para a instalação de sistemas de abastecimento, onde 43% têm baixa prioridade, 39% têm moderada prioridade e 18% têm alta prioridade.

Palavras-chave: Saneamento rural, gestão compartilhada, critérios, ranking.

ABSTRACT

Ensuring the availability and sustainable management of water and sanitation for all is one of the sustainable development goals adopted by the United Nations. In rural areas, issues related to sanitation pose greater challenges, requiring approaches and solutions adapted to the peculiarities of this context. Due to the need for immediate and practical solutions for water supply in rural areas, the construction of water supply systems with shared management in rural communities is a viable alternative. Given the reality of high demands and limited resources, determining criteria for prioritizing basic sanitation programs is of paramount importance. This work aims to develop a prioritization model for implementing shared water supply management systems in rural communities. The model will be based on data from the municipality of Campina Grande, Paraíba. First, an overview of water supply in the rural areas of the municipality was conducted. Selection criteria were applied to filter the localities based on specific restrictions. Priority ranges — low, medium, high, and very high — were defined for the prioritization criteria using an exploratory analysis of the interquartile range. The relative importance of each criterion was determined using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Finally, the rural communities of Campina Grande were ranked. The selected criteria and their respective weights were quantity and proximity of households (34.9%), availability of water sources (27%), hospitalizations due to diseases related to inadequate sanitation (20.5%), social organization (12.4%), and environmental factors (5.2%). Based on the model application, 28 rural communities in Campina Grande were identified and ranked for the installation of water supply systems, where 43% have low priority, 39% have moderate priority, and 18% have high priority.

Keywords: Rural sanitation, shared management, criteria, ranking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Linha do tempo de marcos legais relacionados ao saneamento	22
Figura 2. Distribuição de domicílios particulares permanentes por forma principal de abastecimento em 2022	35
Figura 3. Distribuição percentual dos moradores em domicílios particulares permanentes, por condição de existência de canalização de água em 2000, 2010 e 2022	36
Figura 4. Mapa de localização do município de Campina Grande/PB.....	55
Figura 5. Fluxograma da metodologia de pesquisa	56
Figura 6. Setores censitários do município de Campina Grande-PB	63
Figura 7. Localidades rurais do município de Campina Grande-PB.....	64
Figura 8. Abastecimento de água segundo Censo IBGE no município de Campina Grande-PB	65
Figura 9. Localidades atendidas pela rede de abastecimento da CAGEPA no município de Campina Grande-PB	66
Figura 10. Localidades atendidas pela Operação Carro-Pipa do Exército no município de Campina Grande-PB	67
Figura 11. Localidades selecionadas para o estudo e domicílios correspondentes	71
Figura 12. Número de domicílios das localidades selecionadas	72
Figura 13. Gráfico <i>boxplot</i> para definição de intervalos de prioridade para o critério de domicílios.....	73
Figura 14. Gráfico <i>boxplot</i> da distância média entre domicílios.....	74
Figura 15. Fontes hídricas disponíveis no município de Campina Grande-PB.....	75
Figura 16. Gráfico <i>boxplot</i> da disponibilidade de fontes hídricas em cada localidade	76
Figura 17. Mapa de declividade do município de Campina Grande-PB.....	83
Figura 18. Tipo de solo do município de Campina Grande-PB	84
Figura 19. Modelo de hierarquização para implantar sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais.....	86
Figura 20. Priorização das comunidades rurais para instalação de SAA em Campina Grande	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação dos setores censitários quanto a situação	28
Quadro 2. Agrupamentos de setores censitários e respectivas orientações de soluções de saneamento	29
Quadro 3. Classificação dos tipos e situações dos setores censitários	30
Quadro 4. Classificação das formas de abastecimento de água segundo a portaria nº 888/2021	34
Quadro 5. Caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao abastecimento de água potável	37
Quadro 6. Responsabilidades do titular dos serviços de saneamento.....	41
Quadro 7. Descrição das modalidades de prestação de serviços de abastecimento de água adotados no Brasil	42
Quadro 8. Critérios de elegibilidade das comunidades rurais	53
Quadro 9. Critérios de seleção e priorização de comunidades rurais	58
Quadro 10. Base de dados e respectivas fontes dos critérios analisados.....	60
Quadro 11. Valores da escala de Saaty a distribuição dos pesos de julgamento para a comparação paritária	61
Quadro 12. Localidades por tipo de abastecimento no município de Campina Grande-PB	68
Quadro 13. Tipos de situação das organizações da sociedade civil junto a Receita Federal ...	79
Quadro 14. Organizações da sociedade civil das localidades selecionadas	80
Quadro 15. Classificação do tipo de relevo	82
Quadro 16. Classificação do tipo de solo quanto a textura	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Matriz de comparação paritária dos critérios.....	61
Tabela 2. Valores de IR usados como referência	62
Tabela 3. Pontuação para prioridade das comunidades rurais.....	62
Tabela 4. Avaliação da qualidade da água segundo o IQA	77
Tabela 5. Número de internações de DRSAI de janeiro/2023 a agosto/2024 em Campina Grande	78
Tabela 6. Prioridade de cada critério	85
Tabela 7. Ranking de comunidades para instalação de SAA rurais	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas
AHP	Análise Hierárquica de Processos
ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CAPS	Comitês de Água Potável e Saneamento
CENAGRAP	Centro de Apoio para a Gestão Rural de Água Potável
CESAN	Companhia Espírito-santense de Saneamento
CESB	companhias estaduais de saneamento básico
CNEFE	Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
FGTS	Fundo de Garantia sobre o Tempo de Serviço
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GWS	Group Water Schemes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCM	Memorial Chico Mendes
NFGWS	National Federation of Group Water Schemes
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OSC	organizações da sociedade civil
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
Plansab	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNSR	Programa Nacional de Saneamento Rural
Progestão	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas
ProRural	Programa de Saneamento Rural
SAA	sistema de abastecimento de água
SAC	solução alternativa coletiva
SAI	solução alternativa individual
SANEPAR	Agência de Saneamento do Paraná
SANEPAR	Agência de Saneamento do Paraná
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SISAR	Sistema Integrado de Saneamento Rural

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Aspectos socioeconômicos e ambientais	16
1.2. Objetivos do desenvolvimento sustentável.....	16
1.3. Justificativa	17
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivo geral.....	17
1.4.2. Objetivos específicos	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. Saneamento básico	19
2.1.1. Contexto histórico e arcabouço legal de políticas de saneamento	21
2.2. Complexidades do meio rural e ruralidade.....	25
2.3. Saneamento rural.....	31
2.4. Abastecimento de água.....	33
2.4.1. A crise política da água e o papel da governança.....	37
2.4.2. Instrumentos de gestão	41
2.5. Experiências de abastecimento de água no meio rural	44
2.5.1. Europa.....	44
2.5.2. América latina	46
2.5.3. Brasil	47
2.6. Critérios de elegibilidade e prioridade para o desenvolvimento de ações de abastecimento rural	52
3. MATERIAL E MÉTODOS	55
3.1. Caracterização da pesquisa.....	55
3.2. Área de estudo	55
3.3. Etapas metodológicas.....	56
3.3.1. Reconhecimento das localidades rurais	57
3.3.2. Panorama do abastecimento de água rural	57
3.3.3. Critérios de seleção e priorização de comunidades rurais	58
3.3.4. Definição dos pesos dos critérios de priorização	60
3.3.5. Ranking das comunidades rurais.....	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1. Reconhecimento das localidades rurais.....	63
4.2. Panorama do abastecimento de água rural de Campina Grande.....	65
4.3. Critérios de seleção e priorização de comunidades rurais	70

4.3.1.	<i>Localização.....</i>	70
4.3.2.	<i>Domicílios.....</i>	70
4.3.3.	<i>Disponibilidade hídrica.....</i>	75
4.3.4.	<i>Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)</i>	77
4.3.5.	<i>Organização social.....</i>	79
4.3.6.	<i>Ambiente.....</i>	82
4.4.	Definição dos pesos dos critérios de priorização.....	85
4.5.	Ranking das comunidades rurais	90
5.	CONCLUSÃO	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

1. INTRODUÇÃO

A Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), através da Resolução A/RES/64/292, declarou o acesso a água limpa e segura e o esgotamento sanitário um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos (ONU, 2010). Em 2015, foram adotados pelos países-membros da ONU os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), como um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que até 2030 todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade. Dentre eles, o ODS 6 preconiza assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos e possui metas de: i) alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura; e ii) apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento (ONU, 2015).

Para o alcance desse objetivo, a ONU prevê a necessidade dos países de desenvolver capacidades como a gestão integrada de recursos hídricos e uma governança efetiva ou “boa governança”, fatores considerados fundamentais para a eliminação das desigualdades, garantindo o acesso equitativo à água em quantidade suficiente, em condições de segurança e com preço acessível para todos, em cumprimento do lema de que “ninguém mais seja deixado para trás” (ONU, 2015).

O fornecimento inadequado de água, a ausência de tratamentos apropriados, o esgotamento sanitário deficiente, o armazenamento incorreto dos resíduos sólidos e as condições precárias de moradia, são fatores que contribuem para a contaminação das águas, o aumento da proliferação de microrganismos patogênicos e vetores de doenças, e têm um impacto significativo na expectativa e na qualidade de vida da população (Paiva; Souza, 2018). Cerca de 2,2 bilhões de pessoas em todo o mundo ainda não têm serviços de água tratada, 3,4 bilhões de pessoas não têm serviços de esgotamento sanitário adequado e 2 bilhões não possuem instalações básicas para a higienização das mãos. A menos que a taxa de progresso quadruple, em 2030, 1,6 bilhão de pessoas ainda não terão acesso a água potável (UNICEF; WHO, 2023).

No meio rural, as questões relacionadas ao saneamento adquirem desafios maiores, demandando abordagens e soluções adaptadas às peculiaridades desse contexto. No Brasil, a população rural, historicamente, foi marginalizada pelas ações do poder público voltadas ao saneamento (IAS, 2020). Predominantemente, o planejamento municipal foca em uma perspectiva urbanística voltada para as áreas urbanas, negligenciando os aspectos de

planejamento ambiental e outras políticas setoriais, especialmente nas áreas rurais. Esse é o principal desafio na implementação de ações de saneamento básico em zonas rurais, dificultando sua consolidação e a sua inclusão nas agendas locais (Santos; Ranieri, 2018). De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) de 2019, nas áreas rurais, 24 milhões (59,5%) de pessoas não possuem atendimento adequado de abastecimento de água, 22 milhões (79,42%) não contam com cobertura adequada de serviço de esgotamento sanitário e 30 milhões (76,6%) não têm acesso à coleta adequada de resíduos sólidos (BRASIL, 2019a).

A oferta de serviços apropriados para comunidades rurais enfrenta desafios, em razão de alguns condicionantes específicos: dispersão geográfica; seu distanciamento das sedes municipais; localização em área de difícil acesso, seja por via terrestre ou fluvial; limitação financeira ou de pessoal, por parte dos municípios, o que dificulta a execução dos serviços voltados para o saneamento; ausência de estratégias que incentivem a participação social e o empoderamento dessas populações; inexistência ou insuficiência de políticas públicas de saneamento rural, nas esferas municipais, estaduais ou federal (BRASIL, 2019b).

Uma forma que vem se destacando significativamente na gestão do saneamento rural corresponde ao envolvimento de associações comunitárias, que se mostrou como uma estratégia duradoura para operacionalizar o desenvolvimento participativo dominante no setor de abastecimento de água rural (Whaley; Cleaver, 2017), desde que haja suporte extensivo a longo prazo, com uma colaboração bipartida que envolva investimentos em instituições de apoio e um compromisso sério das agências externas. Essa abordagem integrada, que vai além do modelo clássico de gestão comunitária, reconhece a importância de um relacionamento duradouro e pragmático entre a comunidade e o governo, assegurando a provisão adequada e resiliente dos serviços de água (Hutchings et al., 2015). Mesmo que a comunidade participe ativamente em diversas fases da prestação dos serviços de saneamento, é fundamental que o provedor dos serviços ofereça apoio contínuo para garantir a eficácia da gestão do sistema (Roland *et al.*, 2019).

Exemplos bem-sucedidos de sistemas com participação comunitária são encontrados no Brasil, como o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), que está presente em mais de 2.000 localidades do estado do Ceará e beneficia mais de 1 milhão de pessoas (SISAR, 2023). Já o Programa de Saneamento Rural, conduzido pela Agência de Saneamento do Paraná (SANEPAR), que foca na melhoria da qualidade de vida das populações rurais, já beneficiou mais de 430.000 habitantes até 2019 (SANEPAR, 2019).

No estado da Paraíba existem iniciativas do Projeto Cooperar em andamento, o Programa Paraíba Rural Sustentável lançado em 2019 desenvolve ações de melhoria do acesso à água por meio de tecnologias de captação e armazenamento e sistemas simplificados de abastecimento (COOPERAR, 2023). Apesar desses esforços, a Paraíba ainda enfrenta dificuldades na implementação e manutenção desses sistemas.

Devido à realidade de altas demandas e recursos direcionados ao saneamento limitados, a determinação de critérios de priorização de programas de saneamento básico é fundamental, sendo crucial direcionar e estabelecer prioridades de investimento nas áreas com carência. Isso não significa que outras áreas serão negligenciadas, mas sim que as mais necessitadas receberão prioridade, permitindo aos gestores estabelecer o momento e a forma de implementar os projetos (Kuwajima *et al.*, 2020). Diante disso, pesquisas que visem orientar os tomadores de decisão quanto à priorização do desenvolvimento de programas e projetos de saneamento são de suma importância.

1.1. Aspectos socioeconômicos e ambientais

Os aspectos socioeconômicos e ambientais abordados nesse trabalho evidenciam os desafios e impactos da precariedade do saneamento rural no Brasil. Do ponto de vista socioeconômico, a exclusão histórica das comunidades rurais das políticas públicas de saneamento resulta em desigualdade no acesso à água potável e ao esgotamento sanitário. Além disso, a ausência desses serviços básicos afeta diretamente a saúde da população e a economia local, aumentando custos com tratamentos médicos e reduzindo a produtividade. A falta de infraestrutura de saneamento contribui ainda para a contaminação dos recursos hídricos, a degradação do solo e a proliferação de doenças, impactando tanto a saúde pública quanto os ecossistemas locais (WHO, 2024).

1.2. Objetivos do desenvolvimento sustentável

Além da relação direta com o ODS 6, que visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todas as pessoas, a presente dissertação também dialoga com outros objetivos do desenvolvimento sustentável. O ODS 1 (Erradicação da Pobreza) é abordado ao demonstrar como a falta de saneamento adequado perpetua ciclos de vulnerabilidade social, afetando a saúde e a qualidade de vida das comunidades rurais. O ODS 3 (Saúde e Bem-estar) é contemplado na análise dos impactos da precariedade dos serviços de água e esgotamento na disseminação de doenças de veiculação hídrica. O estudo também

considera o ODS 10 (Redução das Desigualdades) ao evidenciar a marginalização histórica das populações rurais nas políticas públicas de saneamento, ressaltando a necessidade de inclusão e priorização dessas áreas nos investimentos públicos. No âmbito ambiental, a pesquisa contribui para o ODS 13 (Ação contra a Mudança do Clima) ao discutir como a degradação ambiental, o desperdício de recursos hídricos e a falta de infraestrutura de saneamento impactam a resiliência das comunidades frente às mudanças climáticas (ONU, 2015).

1.3. Justificativa

Independentemente de ser a opção mais adequada, devido à necessidade de soluções imediatas e práticas para a questão do abastecimento de água na zona rural, a construção de sistemas de abastecimento de água com gestão compartilhada em comunidades rurais se mostra uma alternativa viável. Isso é evidenciado pelos avanços observados em algumas regiões, como no estado do Ceará com o SISAR. O modelo de priorização a ser desenvolvido nesse trabalho é uma oportunidade e ponto de partida para aplicar e adaptar essas práticas no município de Campina Grande, Paraíba, onde será proposta uma hierarquização de comunidades rurais onde seria viável o prosseguimento dessas soluções.

Campina Grande se encontra no semiárido nordestino, uma região caracterizada por condições climáticas adversas, com longos períodos de estiagem e precipitação irregular. Este cenário impõe desafios significativos para o abastecimento de água, tornando essencial a adoção de estratégias eficazes e sustentáveis para garantir a segurança hídrica das comunidades rurais, que contam com uma população em torno de 34 mil habitantes, onde aproximadamente 26% ainda utilizam soluções alternativas para o abastecimento de água, como forma principal ou como complemento (IBGE, 2022). O município proporciona um ambiente ideal para testar e validar modelos de planejamento que possam ser replicados em outras regiões com condições similares.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo geral*

Desenvolver modelo de hierarquização para implantar sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Analisar a situação atual do abastecimento de água rural em Campina Grande, identificando as potencialidades, principais deficiências e desafios enfrentados pela população rural;
- Determinar os critérios relevantes para selecionar as áreas prioritárias para instalação de sistemas de abastecimento de água;
- Identificar as comunidades rurais prioritárias para a instalação de sistemas de abastecimento de água do município de Campina Grande.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Saneamento básico

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, considera-se 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. Ainda na referida lei, é observado como uma de suas diretrizes, a “melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais e de saúde pública” (Brasil, 2007; 2020).

De modo geral, a ausência de saneamento básico gera impactos em diversos indicadores socioeconômicos, como renda, saúde pública, educação, emprego, oferta de serviços públicos, planejamento urbano, entre outros (Damke; Pasini, 2020). Água potável, saneamento e higiene (Wash, na sigla em inglês), são cruciais para a saúde e o bem-estar humanos. Acesso a Wash não é apenas um pré-requisito para a saúde, mas contribui para os meios de subsistência, a frequência escolar, a dignidade e ajuda a criar comunidades resilientes que vivem em ambientes saudáveis (WHO, 2024).

A relação entre saúde e saneamento básico está associada com a incidência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), sendo estas doenças virais, parasitárias, bacterianas, dentre outras (Rosa *et al.*, 2021). De acordo com Funasa (2010), a classificação ambiental proposta por Cairncross e Feachem (1993) pode ser considerada mais importante para doenças infecciosas. Tal classificação divide as enfermidades em três grupos:

- **Doenças relacionadas à água**, com quatro categorias de transmissão: i) oro-fecal determinada pela ingestão ou contato com a água contaminada; ii) relacionadas com a higiene, onde a infecção acontece principalmente por pele e olhos; iii) baseada na água por penetração na pele ou por ingestão; iv) através de inseto vetor por picadura, próxima à água ou que procriam na água;
- **Doenças relacionadas às excretas**, aquelas causadas por patógenos transmitidos por excretas humanos, normalmente as fezes;
- **Doenças relacionadas aos resíduos sólidos**, onde a disposição inadequada de resíduos sólidos permite a disseminação de micro-organismos através de moscas, mosquitos e ratos, permitindo a transmissão de infecções por insetos vetores e por roedores.

Tem-se que 10% das doenças registradas mundialmente poderiam ser evitadas com investimentos para a ampliação do acesso à água, saneamento e medidas de higiene (UNICEF, 2022). No âmbito brasileiro, de acordo com o Atlas do Saneamento, foram notificados 11.881.430 casos de DRSAI no período de 2008 a 2019 no país, sendo as diarreias e disenteria, Dengue, Zika e Chikungunya responsáveis por mais de 95,9% das internações que vieram a ocorrer. O maior número de óbitos por DRSAI ocorreu em pessoas com 60 anos ou mais de idade (371,5 óbitos/100 mil hab.), seguido por crianças menores de 1 ano, que apresentaram uma taxa bruta acumulada de 260,4 óbitos/100 mil hab. (IBGE, 2021).

O Saneamento básico ainda é tratado como de menor importância no Brasil, o que pode ser elucidado analisando os investimentos no setor, que por muitos anos foram tímidos (Resende; Ferreira; Fernandes, 2018). De acordo com Brasil (2019b), o patamar nacional médio de investimentos anuais médios *per capita* necessário à universalização, é de aproximadamente R\$ 203,51 por habitante. Porém, em um estudo sobre as capitais brasileiras, somente Cuiabá (MT) teve um investimento superior a esse valor, com uma média de R\$ 369,33 por habitante investidos em saneamento no período de 2017 a 2021, enquanto as demais capitais tiveram uma média de R\$ 113,47 por habitante durante o mesmo período (Trata Brasil, 2023).

De acordo com dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2022), 82,9% dos domicílios particulares permanentes brasileiros são atendidos com rede geral de distribuição de água; 62,5% são atendidos por rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede para coleta de esgoto; e 82,5% contam com coleta direta e 8,4% com coleta indireta de resíduos sólidos. As regiões Norte e Nordeste apresentaram os menores valores para todos os indicadores de saneamento.

Tais disparidades regionais no acesso aos serviços de saneamento básico, são influenciadas por uma série de fatores interligados, incluindo infraestrutura inadequada, distribuição populacional desigual, pobreza e desigualdade socioeconômica, falta de investimento governamental, questões ambientais específicas da região e gestão inadequada dos serviços (Cardoso *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2022).

Além disso, há também desigualdades relevantes na comparação entre as zonas urbanas e rurais no que tange o acesso aos serviços de saneamento básico (Pimentel, 2023). Isso se deve a uma série de razões, como a concentração de investimentos em áreas urbanas devido à maior densidade populacional e rentabilidade econômica, a dificuldade logística e os altos custos associados à implementação de infraestrutura em áreas remotas, além da falta de priorização

política para atender às necessidades específicas das comunidades rurais (Murei *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2022).

2.1.1. Contexto histórico e arcabouço legal de políticas de saneamento

Ao longo do século XX, no Brasil, os investimentos públicos em ações de saneamento seguiram o curso das estratégias políticas de cunho desenvolvimentista. Esses investimentos se concentraram nas grandes cidades, vistas como impulsionadoras de uma economia em busca da industrialização (Santos *et al.*, 2018). Enquanto isso, as populações das áreas rurais e dos pequenos municípios foram deixadas à margem da atuação do Estado brasileiro, sofrendo com a falta de serviços públicos essenciais em diversas áreas, como saúde, alimentação, educação, segurança, transporte público, energia, meio ambiente, assistência técnica e extensão rural, assim também como o saneamento básico (BRASIL, 2019a).

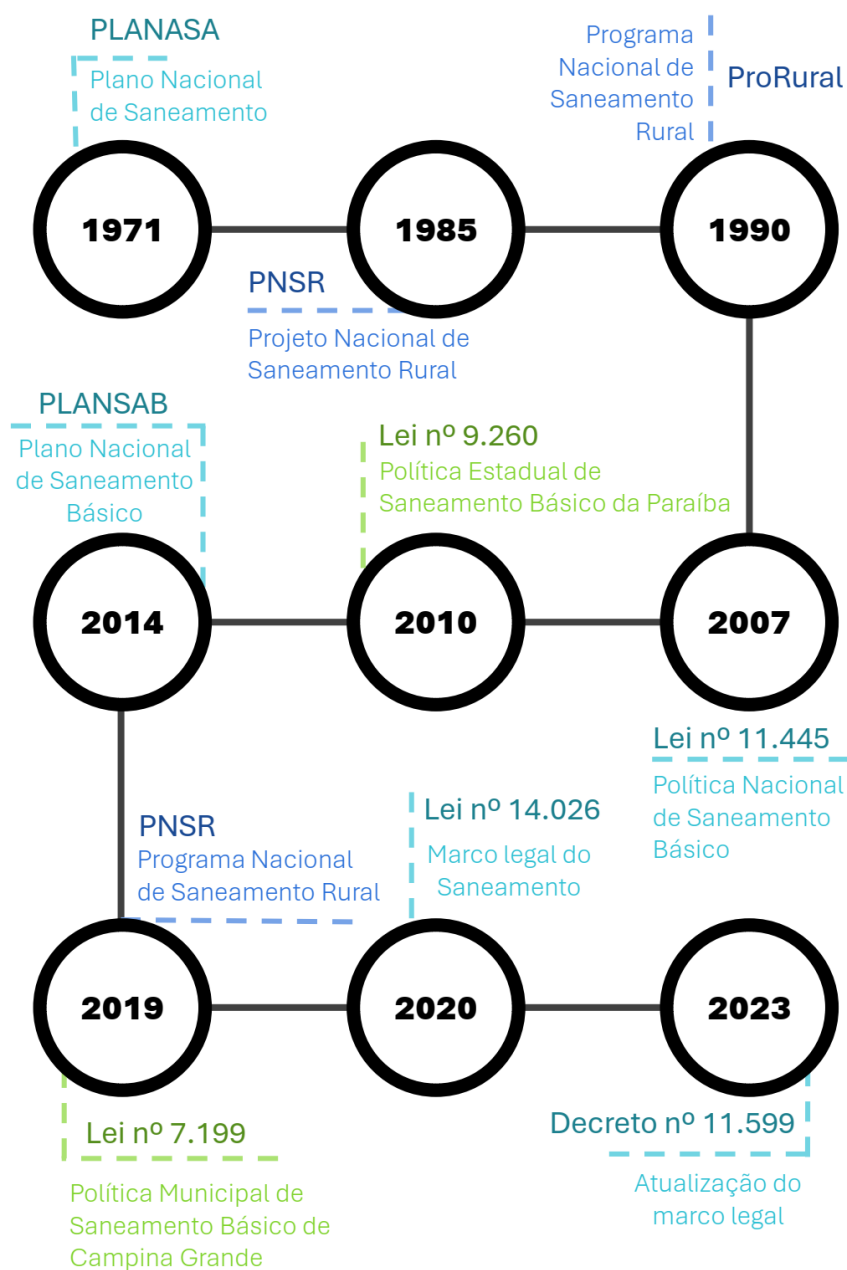
A primeira experiência de planejamento nacional em saneamento no país, ocorreu com a formulação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), iniciado em 1971. O plano foi previsto na Lei Federal nº 5.318/1967, que instituiu a Política Nacional de Saneamento (Brasil, 1967). No fluxograma da Figura 1 tem-se os marcos legais relacionados ao saneamento básico no âmbito federal brasileiro a partir desse ponto, e inclui também as leis do estado da Paraíba e do município de Campina Grande.

O PLANASA, que esteve em vigência de 1971 a 1986, possuía a meta de levar água potável a 80% das residências urbanas e atingir 50% do tratamento de esgoto nas áreas urbanas (Oliveira, 2018). O plano propiciou o aumento dos índices brasileiros de cobertura de serviços de abastecimento de água e, em menor grau, de esgotamento sanitário. No entanto, suas prioridades aumentaram as desigualdades em termos de condições sanitárias, uma vez que os moradores das áreas rurais, não se beneficiaram dos avanços trazidos pelas intervenções do Plano (BRASIL, 2021).

Os autores Nohara e Postal Júnior (2018) salientam que o PLANASA possuía tendência centralizadora, característica da Administração Pública entre 1964 e 1985, período da Ditadura Militar no Brasil. Assim, os recursos destinados ao saneamento básico eram provenientes da União, através do Fundo de Garantia sobre o Tempo de Serviço (FGTS), sendo repassados aos Estados que criassem companhias estaduais de saneamento básico (CESB). Foram então criadas 27 CESB, que passaram a ser o modelo predominante na estrutura do saneamento básico no Brasil, as quais integrariam a Administração Indireta, e atuariam como prestadores de serviços nos municípios (Vilarinho; Couto, 2023). Por consequência, os municípios ficavam

eximidos da prestação dos serviços de saneamento básico, já que o financiamento cabia à União e a execução dos serviços aos Estados.

Figura 1. Linha do tempo de marcos legais relacionados ao saneamento



Fonte: autoria própria (2024).

Com o Projeto Nacional de Saneamento Rural (PNSR), em meados da década de 1980, e com o Programa de Saneamento Rural (ProRural), no início dos anos de 1990, tentou-se, de maneira inédita, estabelecer diretrizes nacionais, a fim de orientar estados e municípios no planejamento das ações de saneamento básico nas áreas rurais. Todavia, os esforços feitos

foram de curta duração, pontuais e de baixa escala, o que não permitiu a consecução total dos objetivos traçados pelo PNSR e pelo ProRural (BRASIL, 2019a).

Ainda assim, a formulação do PNSR trouxe novos conhecimentos ao setor de saneamento no país, introduzindo inovações no que se refere à abordagem sobre saneamento básico em áreas rurais, especialmente em sua integração à saúde, aos processos de educação e participação social, à descentralização dos serviços, ao emprego de tecnologias apropriadas e ao envolvimento comunitário na gestão dos serviços. Embora não tenha sido efetivado como um programa de governo, o PNSR deixou um legado significativo por meio de estudos pertinentes até hoje (Roland; Heller; Rezende, 2022).

A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, foi incumbida aos municípios a competência de organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local. Logo, os serviços de saneamento básico passaram, por força constitucional, a ser de titularidade do município, devendo haver, por parte desse ente federativo, o planejamento, a prestação, a regulação e a fiscalização dos serviços de saneamento básico (Brasil, 1988).

Diversas iniciativas foram lançadas com o objetivo de estabelecer um marco institucional e legal para o saneamento básico após a promulgação da Constituição Federal de 1988. No entanto, essas tentativas não obtiveram sucesso até meados da década de 2000, quando em 2007 foi instituída a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) através da Lei Federal nº 11.445/2007. A lei introduziu novas ferramentas de gestão para o setor de saneamento, tais quais a regulação, o controle social e o planejamento (Brasil, 2007).

Junto a PNSB, iniciou-se a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), publicado em 2014. As metas previstas pelo PLANSAB foram traçadas para um horizonte de vinte anos. O Plano possui os seguintes princípios fundamentais, os quais orientaram a sua elaboração: universalização, equidade, integralidade, intersetorialidade, sustentabilidade ambiental, social, da governança econômica, participação e controle social e matriz tecnológica. No referido plano são previstos o desenvolvimento de três programas para concretizar as estratégias estabelecidas: Saneamento Básico Integrado, Saneamento Rural e Saneamento Estruturante (BRASIL, 2014).

Entre 2015 e 2019, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenou os estudos de concepção do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) previsto no PLANSAB. Lançado em

dezembro de 2019, o Programa foi concebido à luz dos princípios fundamentais, diretrizes e estratégias do PLAN SAB (BRASIL, 2019a), e deve destinar verbas e recomendar ações para a promoção do avanço na cobertura de saneamento no meio rural, abrangendo a população rural e as comunidades tradicionais, como as indígenas e quilombolas, além das reservas extrativistas (Rodrigues *et al.*, 2022).

Após mais de trinta anos de vigência da Constituição Federal e treze anos da PNSB, a situação do saneamento ainda não era confortável no país, o que exigiu uma mudança de postura por parte do Poder Público (Ribeiro, 2022). Indo ao encontro da necessidade de mudança no setor de saneamento, a Lei Federal nº 14.026/2020 foi publicada, a qual ficou conhecida como novo Marco Legal do Saneamento. A lei trouxe algumas atualizações a PNSB, com metas de universalização no texto da lei e um forte incentivo à regionalização da gestão do saneamento básico (BRASIL, 2020).

A Lei Federal nº 14.026/2020 prioriza os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e enfraquece a abordagem de gestão integrada dos quatro componentes do saneamento básico prevista na lei anterior. São estabelecidas metas de atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, com possibilidade de ampliação até 2040. É previsto ainda a extinção dos contratos de programa - modalidade entre as companhias estaduais e municípios - e expectativa de abertura do mercado de prestação dos serviços públicos de saneamento básico para a concorrência de empresas privadas (IAS, 2023).

O novo marco incentiva a prestação regionalizada, com o objetivo de gerar ganhos de escala, garantir a universalização e viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços. Diante disso o texto da lei afeta questões relacionadas à titularidade pelos serviços, que poderá ser exercida pelos municípios e o Distrito Federal, no caso de interesse local; e pelo Estado, em conjunto com os municípios que compartilham efetivamente instalações operacionais integrantes de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, no caso de interesse comum (FGV CERI, 2022).

Os autores Paganini e Bocchiglieri (2022) destacam que a questão do saneamento rural é abordada de forma superficial no novo marco, sendo o atendimento à população rural mencionado dentre as diretrizes da política federal de saneamento básico e, ainda, facultando à entidade reguladora “prever hipóteses em que o prestador poderá utilizar métodos alternativos e descentralizados para os serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto em áreas rurais, remotas ou em núcleos urbanos informais consolidados, sem prejuízo da sua

cobrança, com vistas a garantir a economicidade da prestação dos serviços públicos de saneamento básico” (BRASIL, 2020). Sob esse aspecto, também não há indicação de metodologia para viabilizar essa questão.

Areal (2023) aponta que alguns normativos foram publicados com vistas a regulamentar a Lei nº 14.026/2020, porém ainda permanece em vigor o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445/2007, o qual ainda não foi atualizado às novas diretrizes advindas do novo marco legal do saneamento.

No estado da Paraíba, foi instituída através da Lei Estadual nº 9.260/2010, a política estadual de saneamento básico, que autoriza e disciplina a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, estabelece os direitos e deveres dos usuários dos serviços de saneamento básico e dos seus prestadores. A lei estabelece que o Estado da Paraíba cooperará com os Municípios na gestão dos serviços de saneamento básico mediante apoio ao planejamento, e com a prestação de serviços através de contratos celebrados pelos Municípios com a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), na vigência de gestão associada por convênio de cooperação (Paraíba, 2010).

O município de Campina Grande só aprovou seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) em 2019, junto a publicação da política municipal de saneamento básico. A política tem como um de seus objetivos proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental à população urbana e rural, com soluções compatíveis com suas características socioculturais (Campina Grande, 2019).

2.2. Complexidades do meio rural e ruralidade

As rápidas modificações ocorridas ao longo do século XX na sociedade, na economia e no modo de ocupação do território, no Brasil e no mundo, resultaram em intensos debates acerca do que seja o rural e o urbano. Um importante elemento em qualquer análise sobre a questão consiste na definição do que é rural, de quais são as características do que é rural (Castro; Cerezini, 2023).

Esse debate se desdobra em várias nuances, e abrange o saneamento, como pontuado na revisão do Plano Nacional de Saneamento Básico, publicada em 2019, que sugere a necessidade de se aprofundar na discussão sobre o saneamento rural, incluindo a interpretação do conceito de ruralidade, e a reflexão sobre a definição de rural para o saneamento (BRASIL, 2019b).

Na maioria dos países latino-americanos utiliza-se de dois critérios na definição de áreas rurais e urbanas: divisão político-administrativa (delimitação por meio da legislação) e tamanho da população. Outros países adotam mais de um critério para definição do que é área rural ou urbana, como é o caso da Austrália (utiliza a densidade demográfica, a oferta de serviços e aglomerações de habitações); Chile (tamanho da população e participação da agricultura); Cuba, Honduras, Nicarágua e Panamá (se valem do tamanho da população e oferta de serviços); e Uruguai (utiliza a oferta de serviços e a divisão administrativa) (IBGE, 2017).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) elegeu a densidade demográfica como critério principal para uma classificação de grande escala que abrange diversos países em diferentes continentes. Até hoje, essa classificação serve como referência principal para várias outras elaboradas por organismos internacionais, como as da União Europeia. Outra característica importante dessa tipologia é que ela foi complementada ao longo do tempo. Dois outros critérios foram adicionados em atualizações posteriores: a quantidade e a proporção da população que vive em grandes centros urbanos, em 2005; e a acessibilidade, definida pelo tempo de deslocamento entre os centros urbanos e as áreas não urbanas, em 2009, demarcando áreas rurais remotas ou próximas às cidades (OCDE, 2024).

Mais ampla do que a definição de rural, o conceito de ruralidade refere-se a um conjunto de fatores que condicionam o modo de vida dos indivíduos, perpassando pela forma que relacionam entre si, com seu ambiente domiciliar, de trabalho, de estudo, de serviço, entre outras. A ruralidade é um conceito aberto, o qual varia em cada localidade, sendo traduzida pelos distintos modos de vida (Wanderley; Favaretto, 2013). Os autores dizem ainda que os estilos de vida das populações rurais no Brasil são moldados por: i) uma ênfase na construção e preservação do patrimônio familiar ou comunitário, especialmente em termos de terra; ii) conexões de pertencimento a grupos pequenos, baseados em formas de solidariedade que facilitam a subsistência no trabalho e na habitação; e iii) uma ligação com o município de origem, que envolve uma integração com o ambiente urbano - incluindo trocas e interações entre o campo e a cidade.

Para Kageyama (2004), rural não é sinônimo de agrícola e nem exclusivo deste; o rural envolve pluriatividades e é multifuncional (função produtiva, ambiental ecológica e social); apresenta baixa densidade populacional; e, não há isolamento entre os espaços rurais e urbanos, pois há uma rede que envolve esses espaços por meio de atividades comerciais, sociais e institucionais.

No Brasil, a Lei Federal nº 10.257/2001 estabelece o plano diretor como instrumento básico da política urbana dos municípios, e define ainda, que faz parte do conteúdo mínimo do plano a delimitação das áreas urbanas (BRASIL, 2001). Logo, entende-se que a definição de zona rural é reduzida a um conceito dado por meio de exclusão, ou seja, compreende zona rural o que não for definido por lei municipal como zona urbana, uma simplificação complicada (Leite, 2020). Não existem critérios únicos nacionais para determinar a fronteira entre o urbano e o rural, sendo responsabilidade de cada administração municipal fazer essa avaliação (Cella; Queda; Ferrante, 2019).

A definição do perímetro urbano, é um instrumento de planejamento e é utilizado para fins tributários, visto que delimita as áreas para cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano. Porém, o que se observa na prática é a sua descaracterização como instrumento técnico, devido: i) ao seu superdimensionamento original; e ii) à sua subsequente progressiva ampliação. Essa descaracterização também está ligada à visão compartilhada por gestores, legisladores e técnicos municipais, que enxergam o perímetro urbano apenas como um meio para formalizar a transformação de áreas rurais em urbanas, permitindo a expansão urbana horizontal sem limites em atendimento à dinâmica do mercado imobiliário (Purim; Caetano; Meira, 2018). Sparovek, Leonelli e Barretto (2004) acrescentam que as definições de áreas urbanas e de áreas de expansão urbana não são determinadas por estudos de viabilidade ambiental ou urbanística, mas sim por fatores econômicos, atendendo à demanda de empreendedores que recorrem à Câmara de Vereadores.

Desde a fundação do IBGE, em 1936, a classificação de áreas urbanas e rurais se tornou recorrente no trabalho da Instituição. No fim da década de 1970, o IBGE constatou a necessidade de criação de subcategorias que viessem a retratar melhor a realidade do País. Essa divisão foi sendo atualizada ao longo dos anos, são os chamados setores censitários (IBGE, 2023). No Quadro 1 verifica-se a descrição dos setores censitários utilizados no Censo 2010, classificados quanto a situação.

No Brasil, informações do Censo Demográfico de 2010 revelam que muitas áreas urbanas têm poucos residentes e um número reduzido de equipamentos e serviços. Entre os 5.570 municípios, 273 têm menos de 1.000 moradores em áreas urbanas; e mais de 2.000 setores censitários urbanos têm menos de 20 domicílios. Esses casos destacam a fragilidade do sistema político-administrativo usado no Brasil para definir áreas rurais, destacando a necessidade de desenvolver novos critérios para essa definição, especialmente para políticas de saneamento rural (Brasil, 2019a).

Quadro 1. Classificação dos setores censitários quanto a situação

Situação	Código	Descrição
Urbana	1	Área urbanizada de cidade ou vila: “Áreas legalmente definidas como urbanas e caracterizadas por construções, arruamentos e intensa ocupação humana; áreas afetadas por transformações decorrentes do desenvolvimento urbano e aquelas reservadas à expansão urbana”.
	2	Área não-urbanizada de cidade ou vila: “Áreas legalmente definidas como urbanas, mas caracterizadas por ocupação predominantemente de caráter rural”.
	3	Área urbana isolada: “Áreas definidas por lei municipal e separadas da sede municipal ou distrital por área rural ou por outro limite legal”.
Rural	4	Aglomerado rural de extensão urbana: “Localidade que tem as características definidoras de Aglomerado Rural e está localizada a menos de 1 Km de distância da área urbana de uma Cidade ou Vila. Constitui simples extensão da área urbana legalmente definida”.
	5	Aglomerado rural isolado – povoado: “Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui pelo menos 1 (um) estabelecimento comercial de bens de consumo frequente e 2 (dois) dos seguintes serviços ou equipamentos: 1 (um) estabelecimento de ensino de 1º grau em funcionamento regular, 1 (um) posto de saúde com atendimento regular e 1 (um) templo religioso de qualquer credo. Corresponde a um aglomerado sem caráter privado ou empresarial ou que não está vinculado a um único proprietário do solo, cujos moradores exercem atividades econômicas, quer primárias, terciárias ou, mesmo secundárias, na própria localidade ou fora dela”.
	6	Aglomerado rural isolado – núcleo: “Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui caráter privado ou empresarial, estando vinculado a um único proprietário do solo (empresas agrícolas, indústrias, usinas, etc.)”.
	7	Aglomerado rural isolado - outros aglomerados: “São os aglomerados que não dispõem, no todo ou em parte, dos serviços ou equipamentos definidores dos povoados e que não estão vinculados a um único proprietário (empresa agrícola, indústria, usina, etc.)”.
	8	Zona rural, exclusive aglomerado rural: “São áreas rurais não classificadas como aglomerados”.

Fonte: BRASIL (2019a).

Diante disso, almejando trazer novas orientações para as ações de saneamento, dada a sua interdependência da ruralidade, o PNSR propôs uma reclassificação dos setores censitários, resultando em um novo conceito de rural, sem, no entanto, perder a conexão com a indicação original dos dados do IBGE, que seguem as legislações locais. A reclassificação dos setores foi realizada mediante a metodologia desenvolvida durante a concepção do PNSR, e os resultados foram:

- os setores censitários urbanos de código 2 e 3 apresentam características sociodemográficas que refletem dinâmicas rurais, logo devem ser classificados como rurais;
- uma parcela dos setores censitários de código 1 apresenta densidade demográfica incompatível com a de áreas urbanizadas, apresentando contiguidade a outros setores com igual característica;
- assim, os setores censitários de código 1 devem ser redivididos em 1A e 1B;
- são classificados como 1B os setores censitários que possuem densidade demográfica inferior a 605 hab./km², e a contiguidade a pelo menos um setor censitário de igual característica, sendo agora rurais;
- são classificados como 1A aqueles que não se enquadram na descrição de 1B, se mantendo urbanos.

Nessa nova configuração, a população rural é ampliada de 29,54 milhões de habitantes (15,6% da população) para 39,91 milhões de habitantes (21,0% da população) (BRASIL, 2019b). Como essa reclassificação foi feita mediante o cenário do saneamento, também foram indicadas no PNSR as soluções viáveis para cada uma das situações rurais, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2. Agrupamentos de setores censitários e respectivas orientações de soluções de saneamento

Classificação	Agrupamento	Descrição	Soluções
Urbana	1A	Áreas urbanas	-
Rural	1B, 2 e 4	Aglomerações próximas do urbano	As soluções podem ser integradas às soluções adotadas nas sedes urbanas próximas
	3	Aglomerações mais adensadas e isoladas	As soluções estão assentadas em maiores economias de escala e justificam as soluções coletivas
	5, 6 e 7	Aglomerações menos adensadas e isoladas	As soluções individuais coexistem com as soluções coletivas
	8	Sem aglomerações, com domicílios relativamente próximos de aglomerações ou isolados	As soluções individuais predominam

Fonte: Brasil (2019a).

É importante mencionar que a operacionalização do conceito de rural para o PNSR resulta, em alguns casos, em pouca ou nenhuma aderência às condições às quais os dados são imputados. Por um lado, há comunidades que, embora estejam situadas em áreas classificadas

como rurais nos dados censitários, possuem características de aglomerações populacionais mais típicas de áreas urbanas. Por outro lado, existem setores que inicialmente são classificados como urbanos, mas o baixo adensamento populacional e a integração com áreas circundantes revelam-se elementos relevantes para sua reclassificação como áreas rurais. No entanto, dependendo de outros fatores, especialmente de natureza regional, essas áreas podem não se enquadrar efetivamente nesse novo perfil (Brasil, 2019a).

A proposta do PNSR foi construída com base no Censo Demográfico de 2010, porém para o Censo Demográfico 2022, foi realizada uma nova revisão para a classificação dos setores censitários, conforme Quadro 3 (IBGE, 2023).

Quadro 3. Classificação dos tipos e situações dos setores censitários

Situações Tipos	Situação Urbana			Situação Rural			Massa de Água	
	Cidade ou Vila		Núcleo Urbano	Aglomerado Rural				
	Alta Densidade de Edificações	Baixa Densidade de Edificações		Povoado	Núcleo Rural	Lugarejo		
Não especial	10	20	30	50	60	70	80	90
Aglomerado Subnormal	11	-	31	-	-	-	-	-
Quartel e Base Militar	12	22	32	52	-	72	82	-
Alojamento/Acampamento	13	23	33	53	63	73	83	-
Setores com Baixo Patamar Domiciliar	14	24	-	-	-	-	84	-
Agrupamento Indígena	15	25	35	55	-	75	85	-
Unidades Prisionais	16	26	36	56	-	76	86	-
Convento/Hospital/ILPI/IACA	17	27	37	57	67	77	87	-
Agrovilas do PA	18	28	38	58	-	78	-	-
Agrupamento Quilombola	19	29	39	59	-	79	89	-

Fonte: IBGE (2023).

Para essa revisão, manteve-se o critério de que as cidades e vilas são consideradas urbanas pelo seu status institucional. São as leis municipais que determinam as zonas urbanas e rurais, e quando não existem, outros documentos são utilizados nesse processo. As Áreas urbanas de alta e baixa densidade são classificadas segundo o número de domicílios, entre 150 e 250 para baixa e acima de 250 para alta densidade. O Núcleo urbano compreende áreas urbanas isoladas, loteamentos urbanos, conjuntos habitacionais e condomínios, ainda que em áreas rurais (IBGE, 2023).

Por sua vez, as áreas rurais foram consideradas áreas “de uso rural caracterizadas pela dispersão de domicílios e pela presença usual de estabelecimentos agropecuários” (IBGE, 2018,p. 53). Ainda de acordo com o Manual (IBGE, 2018, p. 53), a definição das demais localidades rurais foram:

- Povoado - Aglomerados rural sem caráter privado ou empresarial, ou seja, não vinculado a um único proprietário do solo e caracterizado pela existência de comércio e serviços;
- Núcleo rural – Aglomerado rural vinculado a um único proprietário do solo (empresa agrícola, agroindústria, usinas etc.); e
- Lugarejo - Aglomerado rural que não dispõe dos serviços ou equipamentos urbanos definidores dos povoados e que não estão vinculados a um único proprietário (IBGE, 2018, p. 53).

Para levantamento e divulgação de dados estatísticos, para as pesquisas de um modo geral, assim como para obtenção de comparabilidade internacional e de forma a reforçar a coerência das informações produzidas, os conceitos de rural e urbano e suas representações precisam ser revisitados e ampliados, uma vez que as formas urbanas e rurais atuais ainda não expressam integralmente as múltiplas configurações da realidade contemporânea (IBGE, 2023).

2.3. Saneamento rural

A Lei Federal nº 11.445/2007 apresenta a “garantia de meios adequados para o atendimento da população rural, por meio da utilização de soluções compatíveis com as suas características econômicas e sociais peculiares” como uma das diretrizes para implementação da política de saneamento básico (Brasil, 2007).

A oferta de serviços apropriados para comunidades rurais enfrenta desafios, em razão de alguns condicionantes específicos: “dispersão geográfica; distanciamento das sedes municipais; localização em área de difícil acesso, seja por via terrestre ou fluvial; limitação financeira ou de pessoal, por parte dos municípios, o que dificulta a execução dos serviços voltados para o saneamento; ausência de estratégias que incentivem a participação social e o empoderamento dessas populações; inexistência ou insuficiência de políticas públicas de saneamento rural, nas esferas municipais, estaduais ou federal” (BRASIL, 2019b).

Ademais, segundo Cruz et al. (2020), frequentemente, a definição de projetos de saneamento baseia-se apenas em aspectos técnicos, sem considerar fatores como sua sustentabilidade econômica, às necessidades e prioridades dos habitantes rurais. Por isso, é

crucial que, ao avançar o saneamento no meio rural, a escolha das tecnologias empregadas esteja alinhada com a capacidade econômica da população atendida, suas características culturais e condições locais do ambiente.

Em relação à questão da sustentabilidade das estruturas de saneamento em áreas rurais, embora a arrecadação de tarifas seja uma tática valiosa para apoiar os gastos operacionais, muitas vezes ela não cobre totalmente os custos de instalação, funcionamento e manutenção necessários para assegurar um serviço contínuo e de qualidade. Portanto, torna-se essencial buscar outras fontes de financiamento, como auxílios governamentais, para assegurar o acesso duradouro, a qualidade e a viabilidade a longo prazo desses sistemas (Gontijo; Ramos; Ângelo, 2020).

A necessidade de corrigir o histórico déficit de oferta dos serviços de saneamento rural levou o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), publicado em 2014, a prever a elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), como observado no tópico 2.1.1. O plano destaca a importância e a necessidade dessa pauta ao instituir macrodiretrizes, estratégias e estabelecer um programa que versa especificamente sobre a questão do saneamento rural, incluídas as comunidades tradicionais (Brasil, 2019b).

O PNSR começou a ser elaborado em 2014, e contou com a participação de especialistas da Funasa, da UFMG e representantes de diversos atores sociais com alguma relação com a questão do saneamento básico no meio rural, sendo publicado em 2019 (Castro; Cerezini, 2023). O programa estabeleceu estratégias voltadas ao atendimento das demandas de saneamento básico nas áreas rurais no Brasil balizadas em elementos de integração de três eixos indissociáveis: Gestão dos Serviços, Educação e Participação Social e Tecnologia.

A Gestão dos Serviços é relacionada às medidas estruturantes, por abranger o planejamento, a regulação, a fiscalização, a prestação dos serviços e o controle social sobre essas funções. Educação e Participação Social também representam medidas estruturantes, por serem promotoras da sensibilização dos usuários sobre seus direitos e deveres, bem como a forma de alcançá-los. Este eixo é responsável por viabilizar apoio técnico e pedagógico qualificados aos operadores dos serviços e por proporcionarem a qualificação dos gestores técnicos e administrativos. O Eixo Tecnologia dá suporte às medidas estruturais, por meio da identificação das soluções, de natureza coletiva ou individual, para o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais (Brasil, 2019a).

O PNSR é um trabalho coletivo e conta com a articulação de órgãos federais, estaduais, municipais e instituições da sociedade civil. O arranjo institucional do programa é consolidado em fóruns de gestão, que visam minimizar a fragmentação setorial e institucional. No nível federal, a execução do programa conta com os Fóruns Gestor e Executivo, que incluem diversos órgãos com atuação em saneamento rural. Nos níveis estadual e municipal, o programa conta com a participação de representações dos órgãos federais nos estados, Secretarias Estaduais, Municipais e seus órgãos vinculados (Brasil, 2019a).

Além disso, o programa apoia a institucionalização de Fóruns Estaduais, que incentivam a relação interfederativa dos municípios com os Estados e destes com o nível federal, para promover a política de saneamento rural de forma coordenada. O PNSR propõe iniciativas que agregam papéis e responsabilidades aos atores envolvidos, além de recursos e instrumentos para a organização do setor, superando a carência de capacidade instalada para atuação nas zonas rurais dos municípios de maneira integrada e sustentável (Brasil, 2019a).

2.4. Abastecimento de água

O acesso à água potável é frequentemente considerado o serviço mais crítico dentro do espectro do saneamento básico, devido a ser um recurso indispensável à sobrevivência humana. Acesso à água limpa e segura é essencial para a hidratação diária e preparação de alimentos, higiene pessoal e prevenção de doenças. Enquanto outros serviços de saneamento, como o tratamento de esgoto e a gestão de resíduos sólidos, são igualmente importantes para a saúde ambiental e urbana, a priorização do abastecimento de água reflete a necessidade imediata de proteger as comunidades contra patógenos e contaminações que podem ser transmitidos através da água. Assim, investimentos e políticas que garantam a qualidade e a disponibilidade de água potável são fundamentais para o bem-estar e o desenvolvimento sustentável (Lin; Yang; Xu, 2022; WHO, 2019).

A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde classifica as formas de abastecimento de água para consumo humano em três tipos (Brasil, 2021), conforme Quadro 4.

Um sistema de abastecimento de água (SAA) geralmente é composto pelas seguintes etapas: a identificação do manancial de água, a captação da água desse manancial, o transporte da água por meio de adução, o tratamento para torná-la potável, a sua armazenagem em reservatórios, a distribuição através de redes de distribuição até as ligações prediais e, em alguns

casos, o uso de estações elevatórias ou de recalque para vencer desníveis topográficos (ICICT/Fiocruz, 2010).

Quadro 4. Classificação das formas de abastecimento de água segundo a portaria nº 888/2021

Forma de abastecimento	Descrição
sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA)	instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição
solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC)	modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição
solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI)	modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares

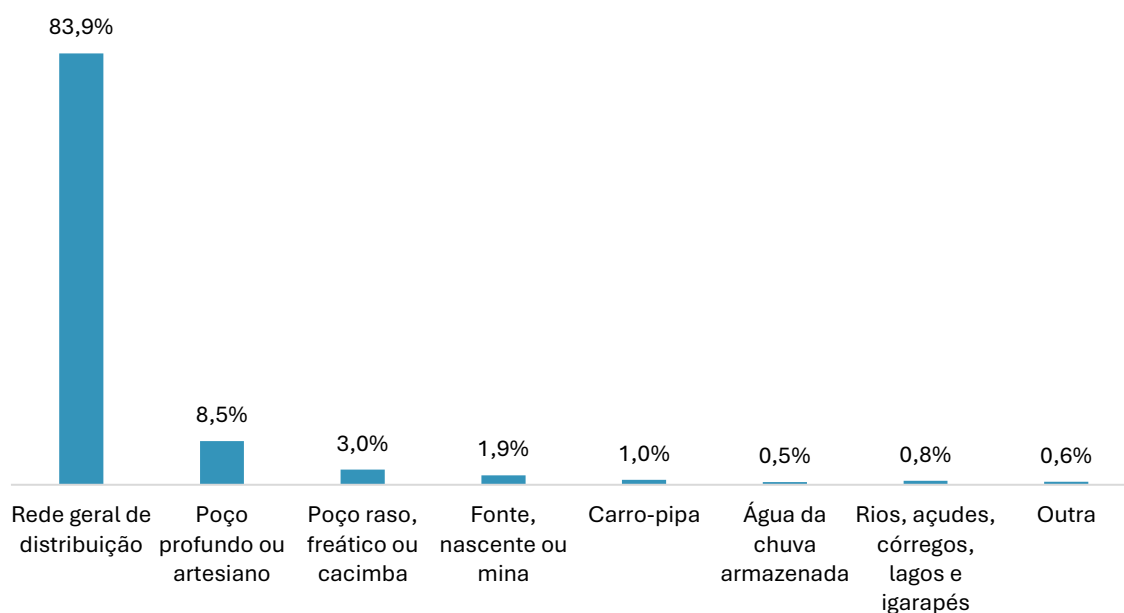
Fonte: BRASIL (2021).

Esses sistemas são eficazes para os centros urbanos, devido à alta densidade de domicílios e demanda concentrada por água potável, o que permite uma maior eficiência na operação e manutenção dos SAA, e contribui para a sustentabilidade econômico-financeira do serviço prestado. Esses SAA compreendem desde grandes sistemas que atendem regiões metropolitanas e múltiplos municípios, a sistemas menores, que atendem a um aglomerado isolado, com infraestruturas reduzidas, uso de manancial local e etapas de tratamento simplificados, desde que haja rede de distribuição (Abate; Silva, 2022; Alves; Quindeler; Machado, 2019).

As populações rurais em geral não têm acesso as mesmas redes de abastecimento público que atendem as áreas urbanas, recorrendo a outras fontes. Exemplos de soluções alternativas coletivas (SAC) frequentemente encontradas na área rural incluem sistemas comunitários de captação de água da chuva, poços artesianos compartilhados e sistemas de filtração em pontos de distribuição centralizados, que atendem pequenas comunidades (WHO, 2022). Por outro lado, as soluções alternativas individuais (SAI) são projetadas para atender a domicílios individuais ou famílias isoladas, e podem incluir sistemas de captação de água da chuva em residências, poços artesianos privados e sistemas de tratamento de água domiciliares (Oliveira *et al.*, 2017).

De acordo com dados do Censo IBGE 2022, 83,9% dos domicílios brasileiros têm como forma principal de abastecimento de água a rede geral de distribuição do serviço público, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2. Distribuição de domicílios particulares permanentes por forma principal de abastecimento em 2022



Fonte: Adaptado de IBGE (2023).

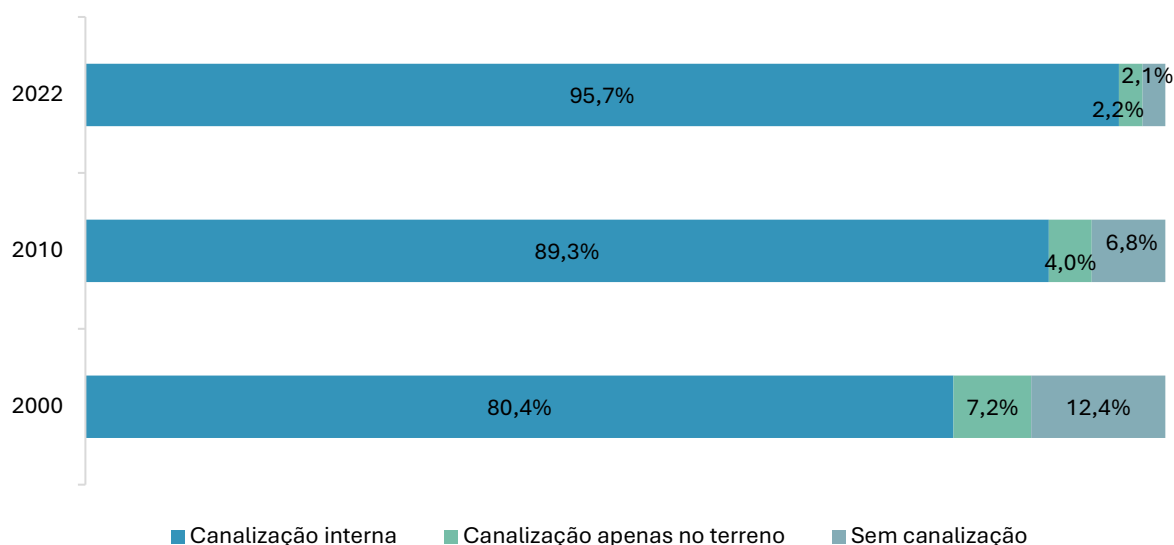
A captação superficial, principalmente em rios, é considerada uma opção secundária, sendo utilizada por apenas 0,9% da população. Isso se deve à melhor qualidade da água subterrânea em alguns locais, proveniente de nascentes, o que leva as pessoas a dispensarem o tratamento ou a recorrerem apenas a métodos simplificados, como a desinfecção. Essas alternativas são adotadas por 9,0%, 1,9% e 0,6% da população, respectivamente. As fontes de água doce, de melhor qualidade, nem sempre estão presentes, sobretudo nos domicílios das comunidades nordestinas. Isso faz com que a população recorra a fontes menos nobres, por falta de opção, o que implica aumento da exposição às doenças de veiculação hídrica. Soluções provisórias e emergenciais, como a água trazida por caminhões pipa (indicada como fonte principal de abastecimento de 1,1% da população), são bastante frequentes no Nordeste, e não há como se atestar a sua boa qualidade (IBGE, 2022; Brasil, 2019a).

Apesar da falta de destaque nacional, o abastecimento por carro pipa e por água de chuva tem relevância no interior do Nordeste. Essas formas de abastecimento de água predominam como a principal em 68 e 21 municípios, respectivamente, todos no Nordeste (IBGE, 2022). Essa realidade remonta as soluções adotadas na região no início da década de 2000, quando o governo lançou os programas um Milhão de Cisternas Rurais (2000) que tinha como foco a construção de cisternas para captação de água de chuva e o Programa Água Doce (2004) para

a construção de dessalinizadores, que segundo Cunha (2020) devem ser percebidas como alternativas emergenciais e não como soluções dos conflitos distributivos relativos à água.

O Censo IBGE 2022 também trouxe dados da existência da canalização de água interna aos domicílios. Na Figura 3 é possível visualizar a evolução desse indicador em relação aos censos anteriores.

Figura 3. Distribuição percentual dos moradores em domicílios particulares permanentes, por condição de existência de canalização de água em 2000, 2010 e 2022



Fonte: IBGE (2022).

A presença de canalização intradomiciliar tem um impacto significativo na qualidade de vida das pessoas, pois facilita o acesso à água potável dentro de casa. Isso aumenta o consumo de água, promovendo práticas de limpeza e higiene nos domicílios, e reduz a carga de trabalho relacionada à coleta de água. Essa praticidade permite que os membros da família se dediquem a outras atividades produtivas, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e melhorando o bem-estar geral das comunidades (Brasil, 2019a).

Diante desse cenário, observa-se que as soluções alternativas de abastecimento são fundamentais para o provimento de água em muitas áreas periféricas, rurais e urbanas, cuja utilização pode ser condicionada por fatores econômicos, demográficos e pela ausência de sistema de abastecimento. Elas também podem servir como complemento ou garantia frente a precariedade, intermitência ou má qualidade da água distribuída pelo sistema de abastecimento convencional (Bezerra, 2017; Sousa et al., 2023).

Porém, é importante salientar que a dependência das soluções alternativas de abastecimento muitas vezes expõe as populações a sérios riscos à saúde devido à possibilidade

de contaminação microbiológica, química ou física da água (Fiorvanti *et al.*, 2020). A falta de tratamento adequado e de monitoramento contínuo da qualidade da água é uma realidade comum em áreas rurais, o que pode resultar em uma série de problemas de saúde pública, como a transmissão de doenças de veiculação hídrica (Araújo *et al.*, 2021).

Diante de tantas realidades, o PNSR classifica quais situações de abastecimento de água são consideradas como um atendimento adequado, atendimento precário e atendimento inadequado, como nota-se no Quadro 5.

Quadro 5. Caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao abastecimento de água potável

Situação	Descrição
Atendimento adequado	Representa a população que: • em todos os casos, não sofre com intermitência prolongada ou racionamento; • recebe água potável da rede de distribuição, com ou sem canalização interna; • recebe água potável de poço ou nascente, com canalização interna; • apresenta, como solução complementar às outras fontes, a água proveniente de cisterna de captação de água de chuva, com canalização interna.
Atendimento precário	Representado pela população que: • Recebe água da rede de distribuição, fora dos padrões de potabilidade e/ ou com intermitência prolongada no fornecimento; • Recebe água de poço ou nascente, mas não possui canalização intradomiciliar, e/ou recebe água fora dos padrões de potabilidade e, ou, está sujeita a intermitência prolongada; • Utiliza água de cisterna de captação de água de chuva que forneça água sem segurança sanitária e/ou em quantidade insuficiente para a proteção à saúde; • Utiliza água de chafariz ou caixa abastecidos por carro pipa.
Sem atendimento	Todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas.

Fonte: Brasil (2019b).

2.4.1. A crise política da água e o papel da governança

Diversas regiões do planeta padecem com conflitos ligados à disponibilidade hídrica, e de acordo com Leite, Sousa e Silva (2023) esse contexto é justificado sobre várias perspectivas, que incluem: a distribuição irregular da água no espaço terrestre; o aumento da demanda de água, tanto pelo aumento populacional, quanto motivado pelo desenvolvimento econômico; e as mudanças climáticas, diretamente relacionadas à condição de estresse hídrico. A crise global da água está associada a interpretações de múltiplos âmbitos, que abrangem não só causas naturais, mas também fatores demográficos, econômicos e até educacionais, entretanto, é na esfera política que essa problemática possui seus principais determinantes.

A falta de acesso à água não está relacionada essencialmente à escassez de recursos hídricos numa determinada região, mas sim pela ausência ou insuficiência de investimentos, infraestrutura e assimetria na distribuição. É o que aponta o relatório do International Water Management Institute, ao constatar que a escassez econômica da água afeta cerca de 1,6 bilhão de pessoas, o que significa que, mesmo que a água esteja fisicamente disponível, a carência de infraestrutura impossibilita que as pessoas tenham acesso à água (IWMI, 2007). Ainda nas localidades que possuem disponibilidade física e de infraestrutura, a assimetria social faz com que nem todos possam arcar com os custos das tarifas cobradas pelo abastecimento. Esses cenários expõem o cerne político-social da crise da água (Leite; Sousa; Silva, 2023).

No Brasil, as diretrizes vigentes sobre as águas são estabelecidas a partir da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída por meio da Lei Federal nº 9.433/1997. A Lei das Águas é baseada nos princípios de que a água é um bem de domínio público, e por ser considerada um recurso natural limitado, é dotado de valor econômico. Denominada como recurso, a água recebe uma atribuição econômica, aspecto que é defendido com base no pressuposto de que essa atribuição torna a regulação mais eficaz (Brasil, 1997). Porém, na perspectiva social, essa tipificação econômica da água abre margem para possíveis processos de mercantilização da água, comprometendo assim a universalização e democratização do seu acesso (Jaffee, 2020).

A Lei das Águas é pautada também no fundamento de uma gestão descentralizada, delineada territorialmente pelas bacias hidrográficas e com a participação integrada do Poder Público, dos usuários e das comunidades (Brasil, 1997). Essa organização se dá principalmente nos Estados, a partir da criação dos comitês de bacias hidrográficas. Nos comitês são integrados os representantes da União, do Estado, do Município e dos diferentes segmentos da sociedade civil, que representam um forte instrumento para o exercício de governança (Alves *et al.*, 2022).

Em 2011, a ANA e dirigentes dos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos firmaram o Pacto Nacional pela Gestão das Águas, um termo de compromisso com objetivo de fortalecer os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREGH) com vistas a intensificar o processo de articulação e ampliar os laços de cooperação institucional no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREGH), fortalecendo assim o modelo brasileiro de governança das águas, que pretende ser integrado, descentralizado e participativo. Já em 2013, foi criado o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas – Progestão, como ferramenta prática para aplicação do Pacto (ANA, 2022).

O Progestão é um programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais para aplicação exclusiva em ações de fortalecimento institucional e de gerenciamento de recursos hídricos, mediante o alcance de metas, que incluem: integração de dados de usuários de recursos hídricos, prevenção de eventos hidrológicos críticos, monitoramento hidrológico, entre outros (ANA, 2022).

A Paraíba foi o primeiro estado no Nordeste a aderir ao Progestão. De acordo com o relatório de avaliação do 1º ciclo do programa (IPEA, 2017), alguns entrevistados afirmaram que se sentiram motivados na metodologia adotada (com o estabelecimento de metas), que o programa definiu os focos para o setor, e o órgão gestor, a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), conseguiu se organizar e apresentar aspectos positivos, como por exemplo, melhorias no sistema de informações associado ao sistema de outorga.

A Resolução ANA nº 153, de 26 de abril de 2023, renovou o “Pacto pela Governança da Água”, coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e desenvolvido em parceria com as Unidades da Federação, visando expandir suas linhas de ação, que são apresentadas no Art. 5º:

I - Gestão de Recursos Hídricos: (a) Regulação e fiscalização; (b) Governança e sustentabilidade financeira; (c) Planos, estudos e informações; (d) Monitoramento hidrológico; (e) Eventos hidrológicos críticos e adaptação à mudança climática; (f) Conservação e uso racional de água; e (g) Capacitação.

II - Saneamento: (a) Regulação; (b) Governança; e (c) Capacitação.

III - Serviços Hídricos e Segurança de Barragens: (a) Regulação; (b) Apoio e Articulação; (c) Projeto de Transposição do São Francisco; e (d) Capacitação (BRASIL, 2023, p. 1).

A governança pode ser definida como o processo de tomada de decisão e implementação de políticas, envolvendo diversos atores e instituições, com o objetivo de garantir a gestão eficaz e sustentável de determinado setor ou recurso. A governança das águas é um componente estratégico de grande relevância para o alcance de uma gestão eficiente (Jiménez *et al.*, 2020). O êxito da governança, por sua vez, depende da integração, participação e cooperação de todos os atores envolvidos na gestão das águas, e em todos os níveis, considerando a complexidade do contexto de desigualdades de desenvolvimento regional e a ocorrência de duplicidade do domínio das águas (Machado, 2018).

A amplitude territorial e política dos processos de governança não implica na existência de um modelo ou solução única que sirva de forma universal a todos os desafios da água, mas antes um leque de opções construídas sobre uma diversidade de sistemas jurídicos, administrativos e organizacionais dentro de cada país e entre vários países. Reconhece-se que

a governança é dependente do contexto, que as políticas públicas têm de ser adaptadas a recursos hídricos e territórios distintos, e que os modelos de governança devem ajustar-se à evolução das circunstâncias (Ribeiro; Johnsson, 2018; OCDE, 2015).

Nessa perspectiva de descentralização e participação social de governança das águas, está balizado o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), que compõe a Agenda 2030, um plano de ação pactuado por 193 países em 2015. O ODS 6 estabelece “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento para todos”. Para o alcance desse objetivo, a ONU prevê a necessidade dos países em desenvolver capacidades como a gestão integrada de água e uma governança efetiva ou “boa governança” (ONU, 2015).

Implementar de fato o sistema de governança da água proposto pela ONU e Política Nacional de Recursos Hídrico, apresenta uma série de desafios, em especial para o Semiárido brasileiro (Buriti; Barbosa, 2018). No Semiárido, a bacia hidrográfica, unidade básica do gerenciamento hídrico, é de difícil percepção e utilização na região, tendo em vista a quantidade de rios intermitentes. O resultado desse contexto é que a nível local, a participação política não alcança a realidade imediata de usuários da água distantes das infraestruturas hídricas ou dos colegiados das bacias hidrográficas (Pagnoccheschi, 2016).

A governança das águas no Semiárido enfrenta desafios ainda mais acentuados em pequenos municípios, que em geral, possuem maior proporção de população rural. A dispersão das moradias e a menor escala da população nessas localidades constituem um obstáculo a mais para a construção de políticas eficientes que possibilitem o acesso à água tratada e de qualidade. Essas características específicas e vulnerabilidades destacam o semiárido rural como uma área que demanda maior observação para as questões políticas e sociais relacionadas à questão da água (Maria, 2020).

Armando e Kühn (2022) apontam que a ampliação da capacidade de acesso à água através da governança descentralizada, democrática, participativa e partilhada é indispensável para o desenvolvimento rural. Por sua vez, práticas de desenvolvimento rural sustentáveis são fundamentais para a governança da água integrada à satisfação das necessidades básicas da população nas zonas rurais.

Em um trabalho realizado em uma comunidade rural paraibana, foi constatado que a participação da comunidade rural quanto à governança da água é inexistente, o que deixa perceptível que o processo de cidadania e a democratização da água para o semiárido

nordestino continua sendo um grande desafio. Esse retrato denota que a reconfiguração das políticas da água, na atual perspectiva de governança, parece ter ocorrido neste espaço apenas nos estatutos legais. A ausência das comunidades rurais nas discussões de novos caminhos para o semiárido, reforça a centralização de poder do Estado, das conjunturas urbanas e polos econômicos, nas decisões, contribuindo assim para a manutenção das vulnerabilidades do semiárido rural (Silva; Leite; Souza, 2023).

2.4.2. Instrumentos de gestão

A governança e a gestão desempenham papéis distintos, mas complementares, dentro de uma organização. Enquanto a governança define a direção estratégica com base em evidências e consideração pelos interesses das partes interessadas, a gestão é encarregada de executar essa direção de forma eficaz. Enquanto a governança estabelece as diretrizes a serem seguidas, a gestão planeja e implementa os meios mais adequados para alcançar essas diretrizes, além de monitorar continuamente os indicadores e riscos envolvidos no processo (Ferrão; Rando; Braga, 2020).

A gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil, que inclui o abastecimento de água, abarca as atividades de planejamento, regulação, fiscalização, prestação dos serviços e o controle social e as responsabilidades dos agentes públicos sobre cada uma dessas atividades (Brasil, 2009). No Quadro 6 tem-se a responsabilidade dos municípios como titulares do serviço.

Quadro 6. Responsabilidades do titular dos serviços de saneamento

Instrumento de gestão	Responsabilidade
Planejamento	Indelegável, passível de execução por titulares consorciados.
Regulação	Delegável pelo titular ou por titulares consorciados a órgão ou ente público, exceto no que diz respeito à edição de lei e estabelecimento de contrato de delegação da prestação
Fiscalização	Não é conveniente separar em entes diferentes a execução das tarefas de regulação e de fiscalização
Prestação	Direta pelo titular ou delegada pelo titular ou por titulares consorciados a ente privado ou a órgão ou ente público
Controle social	Indelegável

Fonte: Brasil (2009).

O planejamento das ações de saneamento tem por finalidade orientar a atuação dos prestadores de serviços, promovendo a proteção, a valorização e a gestão equilibrada dos recursos ambientais, assegurando também o desenvolvimento socioeconômico do município,

estado ou região. A principal ferramenta de planejamento a nível municipal é o Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve abranger todo o território municipal, áreas urbanas e rurais. No planejamento do saneamento básico deve-se atentar às particularidades do município, apresentar concordância com as reais necessidades de melhoria no saneamento básico, além de ser de fundamental importância que a participação social possa ser incluída em todo o processo (Brasil, 2007; 2011).

A regulação e a fiscalização dos serviços de saneamento básico devem ser exercidas por uma entidade independente, com autonomia administrativa, orçamentária e financeira, sendo responsável por definir regras de cobrança de tarifas e taxas, aprovar critérios para reajustes tarifários, definir padrões de atendimento aos cidadãos, regulamentar contratos e acompanhar serviços e metas de desempenho (Brasil, 2007). Os municípios enfrentam dificuldade para criar uma entidade reguladora devido a gargalos financeiros, culturais e gerenciais.

O Novo Marco Regulatório atribuiu à Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), a competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. E tem por um dos objetivos uniformizar a regulação praticada pelas agências reguladoras de saneamento, estabelecendo padrões mínimos de regulação para os contratos, de modo a proporcionar segurança jurídica aos atores no setor e aos seus investidores. O atendimento das normas de referência é condição para o acesso a recursos federais ou à obtenção de financiamento com órgãos e entidades federais (Brasil, 2020).

No tocante a prestação dos serviços, o processo de adoção e manutenção de um modelo de gestão são influenciadas por aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e legais que estão intrinsecamente ligados à história do setor de saneamento (Ribeiro, 2016). No Quadro 7 verifica-se as modalidades de prestação dos serviços adotados no Brasil.

Quadro 7. Descrição das modalidades de prestação de serviços de abastecimento de água adotados no Brasil

Modalidade	Descrição
Gestão municipal	A prestação por administração municipal pode ser: • Direta: serviços vinculados a Prefeitura Municipal por meio de Departamento, Secretaria, Repartição e outras denominações; • Indireta: por meio de autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista.
Companhia estadual	São empresas de economia mista que obedecem a um sistema centralizador administrativo e financeiro. Trata-se do modelo predominante no Brasil.

Quadro 7. Descrição das modalidades de prestação de serviços de abastecimento de água adotados no Brasil (continuação)

Modalidade	Descrição
Empresa privada	Caracteriza-se como empresa com capital predominantemente ou integralmente privado, administrada exclusivamente por particulares.
Consórcio público	são definidos como pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, para estabelecer relações de cooperação federativa.
Gestão compartilhada	Na gestão compartilhada, a responsabilidade é dividida entre diferentes entes - comunidade, poder público, algum tipo de organização sem fins lucrativos (ONG e associações, por exemplo) ou companhia estadual -, podendo haver diversos arranjos organizacionais nos quais cada um possui uma função na gestão e implantação dos sistemas e serviços.
Organização social	Se enquadra como entidade da sociedade civil organizada, sem fins lucrativos, à qual tenha sido delegada a administração dos serviços (associações de moradores, por exemplo).

Fonte: Raid *et al.* (2022)

Os autores Raid *et al.* (2022) avaliaram a adequação de diferentes modelos de prestação de serviços de abastecimento de água para o atendimento das populações rurais, e concluíram que os modelos mais adequados aos contextos rurais foram a gestão municipal e a gestão compartilhada, enquanto o modelo referente a empresas privadas foi o de menor adequação.

Em relação ao controle social, a Lei Federal nº 14.026 o define como “conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados com os serviços públicos de saneamento básico” (Brasil, 2020, p.1).

O exercício da participação social e desse controle, as apropriações das soluções de saneamento pela população interessada, bem como o desempenho eficiente dos atores vinculados aos processos de gestão pública dos serviços de saneamento dependem diretamente de estratégias educacionais que maximizem a formação em saneamento. Assim, a capacitação e o engajamento de diferentes agentes serão diretamente proporcionais à ênfase concedida aos processos de educação (Brasil, 2019b).

O controle social ainda é o maior desafio em relação à gestão, sendo transversal às quatro funções (planejamento, regulação, prestação e fiscalização dos serviços). Embora alguns prestadores de serviços públicos de saneamento básico em localidades rurais já se desenvolvam a partir de uma participação e controle social pelo fato de os próprios usuários integrarem a

estrutura do órgão prestador, por meio de autogestão, essa prática não é regra, ainda existindo poucas instâncias de participação e controle social na área de saneamento básico no Brasil (Paz; Fracalanza, 2020; Sampaio, 2013).

2.5. Experiências de abastecimento de água no meio rural

2.5.1. Europa

O abastecimento de água rural na Europa apresenta uma diversidade significativa em termos de infraestrutura e gestão, refletindo as variações regionais e os níveis de desenvolvimento. Na Alemanha a infraestrutura de água é bem desenvolvida e gerida por um conjunto de entidades públicas e privadas, geralmente municipais ou regionais que atendem a 99,4% da população. Somente algumas propriedades rurais não estão ligadas aos sistemas e utilizam poços particulares para o abastecimento. A regulamentação rigorosa e o controle de qualidade garantem que os padrões de água potável sejam mantidos em todo o país (UBA, 2017). Na Dinamarca também há universalização no acesso à água potável. as empresas municipais de água são responsáveis pelo abastecimento, garantindo que as áreas rurais que contam com 686.700 habitantes (12% da população) sejam bem atendidas. Além disso, há pequenas cooperativas e associações locais que complementam o serviço em áreas mais remotas (Dinamarca, 2024).

Na Escócia, a empresa pública Scottish Water foi criada em 2002 para fornecer os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário de maneira centralizada em todo o país. Porém, ainda existe uma pequena minoria que ficou de fora desta implementação, por não ter sido priorizada e pelos altos custos de conexão a sistemas centralizados. Uma população que vive predominantemente nas áreas rurais continua negligenciada. Eles utilizam sistemas particulares de água e fossas sépticas domésticas, que são de responsabilidade dos donos e usuários, sem participação da Scottish Water, e enfrentam muitos desafios para suportar as obrigações técnicas, organizacionais e financeiras de gerir seus próprios serviços de água e esgoto. Muitas autoridades locais não têm recursos para cumprir todas as suas obrigações em relação a estes sistemas considerando que também devem ser regulados pelos mesmos parâmetros que o sistema público (Lawson *et al.*, 2024). De acordo com o Drinking Water Quality Regulator for Scotland, 190.000 pessoas utilizavam sistemas privados descentralizados de água em 2022 (DWQR, 2023).

Na Irlanda, que conta com uma população rural de 1,83 milhões, que corresponde a 36% da população (Worldbank, 2022) a dispersão populacional e as características geográficas desafiam a expansão das redes públicas, fazendo necessário outras abordagens para garantir o acesso seguro à água. Na Irlanda, os consumidores recebem água potável através de um dos cinco tipos de abastecimento – abastecimento público de água; poços privados em áreas além de qualquer abastecimento canalizado; Esquemas de Água em Grupo (Group Water Schemes - GWS) provenientes de abastecimento público; GWS de origem privada; e pequenos fornecimentos privados (EPA, 2022).

Aproximadamente 200 mil pessoas recebem água potável de GWS, que estão presentes por toda a área rural do país, e tem sido fundamental na promoção do acesso e equidade da água desde a década de 1960 (EPA, 2022). Os GWS são empresas independentes, de propriedade comunitária, que consistem em duas ou mais casas e são um meio de fornecer água potável encanada e tratada para áreas rurais onde não existe outro abastecimento desse tipo. Os GWS devem fornecer água potável aos seus consumidores que cumpra os parâmetros estabelecidos na Diretiva sobre Água Potável da União Europeia (98/83/CE) e regulamentos associados, e são fiscalizados pela Environmental Protection Agency da Irlanda (Rolston; Linnane, 2020).

Dois desenvolvimentos na década de 1990 reformulariam a relação dos GWS com o Estado e seus sistemas de água. Em 1996, sob pressão do movimento contra as taxas de água da década de 1990, o governo aboliu as taxas de água doméstica na rede pública de água. Aqueles nos GWS consideraram essa decisão injusta, pois significava que a tributação geral estava sendo usada para fornecer água àqueles na rede pública, enquanto aqueles nos GWS continuavam a fornecer seus próprios serviços de água através da cobrança de taxas de água e/ou trabalho voluntário. Em resposta, em 1997, os GWS organizaram-se para formar a Federação Nacional de Esquemas de Água de Grupo (National Federation of Group Water Schemes - NFGWS), uma organização que atua como um corpo intermediário entre o Estado e os GWS. Desde 1997, a NFGWS negociou um aumento do financiamento estatal para melhorias no abastecimento de água rural, subsídios operacionais, pesquisa sobre proteção da água de origem e estratégias de proteção da água de origem. Com essas fontes de financiamento, a NFGWS incentivou os GWS a adotarem estratégias de gestão para atender aos requisitos de conformidade que têm aumentado desde o final da década de 1990 (Bresnihan; Hesse, 2020).

A NFGWS tem trabalhado em parceria com departamentos governamentais, autoridades locais e outras partes interessadas estatais e não estatais para garantir que os serviços prestados pelos GWS alcancem os mais elevados padrões em termos de qualidade da água e serviço ao

consumidor. Eles fornecem serviços de apoio com aconselhamento, orientação e treinamento (NFGWS, 2024).

2.5.2. *América latina*

Os programas nacionais estabelecidos para promover o acesso universal à água em áreas rurais variam significativamente entre os países latino-americanos. Em geral esses programas se baseiam em princípios que incluem a participação ativa da comunidade, a oferta de apoio externo e a capacitação de gestores e operadores (Machado *et al.*, 2019). A seguir são descritos alguns programas desenvolvidos na América latina e no Brasil.

Na Nicarágua, os Comités de Água Potável e Saneamento (CAPS) evoluíram de organizações comunitárias não oficiais que operavam e mantinham sistemas de água rural para entidades legalmente reconhecidas pela lei federal. Inicialmente, os incentivos para expandir os sistemas vinham de ONGs e instituições internacionais, que deixariam os CAPS responsáveis pela operação e manutenção após a fase de construção. Assim, os CAPS operavam de forma isolada e informal. Em 2010, os CAPS puderam participar do desenvolvimento da "Lei Especial dos CAPS", que os reconhecia como prestadores de serviço e, conseqüentemente, aumentava sua força institucional (Romano, 2017).

No Equador, a ação conjunta da legislação, do Secretariado Nacional de Água, das comunidades locais e dos governos autônomos descentralizados favoreceu o aprimoramento da gestão da água no país, especialmente em algumas áreas isoladas. Enquanto o setor público é responsável por desenvolver políticas e regulamentações para apoiar a gestão da água, as associações comunitárias são responsáveis pela proteção de rios e nascentes, juntamente com a gestão e manutenção de sistemas de água. As organizações comunitárias são sem fins lucrativos e operam apenas em áreas rurais e isoladas para beneficiar essas populações negligenciadas, visando o bem-estar das comunidades. No entanto, os custos associados à operação e gestão desses sistemas de água são altos, envolvendo contas de energia, pagamento de funcionários e manutenção de equipamentos. Para cobrir esses custos, as associações comunitárias geralmente estabelecem taxas mensais para os usuários (Foro de Los Recursos Hídricos, 2013).

Um caso emblemático de cooperação na gestão do abastecimento de água no país corresponde a criação do Centro de Apoio para a Gestão Rural de Água Potável (CENAGRAP) em 2002, fruto de uma parceria entre a Prefeitura Municipal do distrito de Cañar, ONGs e as associações comunitárias oficializadas. O apoio do CENAGRAP ocorre por meio de assistência jurídica nos processos de operação e licenciamento, provisão de recursos financeiros para

manutenção dos sistemas de água e locação de domínios públicos para construir a estrutura física necessária. Além disso, as agências governamentais frequentemente realizam atividades juntamente com outros interessados para promover a conscientização sobre recursos hídricos. Além disso, as responsabilidades atribuídas ao CENAGRAP incluem a execução de manutenção preventiva e inspeções regulares, provisão de apoio administrativo e gestão de conflitos internos e inventários. Quando equipamentos específicos são necessários para a manutenção do sistema, o CENAGRAP deve fornecer preços justos alinhados com o orçamento de cada associação (Protos-Cedir, 2011).

2.5.3. Brasil

- **Central/Bahia**

A Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento (Central) é uma associação civil de direito privado, sem fins econômicos, que atua na área do saneamento rural há mais de 20 anos, envolvendo a participação efetiva das associações filiadas na implementação, administração e operação dos sistemas, além de contribuir para o desenvolvimento comunitário. Possui como objetivo garantir o abastecimento de água de qualidade para as comunidades filiadas, buscando beneficiar cada vez mais novos associados, fortalecendo o associativismo e contribuindo para o desenvolvimento local. Esse modelo de autogestão adotado na Bahia foi o pioneiro no Brasil e reduziu a dependência de recursos públicos para garantir a qualidade dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em localidades de pequeno porte na zona rural (Central, 2019).

A Central não opera diretamente os sistemas de saneamento básico, mas auxilia as comunidades no gerenciamento, manutenção e operação, contribuindo no gerenciamento técnico, administrativo, comercial e financeiro, além de promover a capacitação dos operadores e ações para ampliar e fortalecer a participação comunitária. Decisões sobre valor da tarifa, valor da remuneração do operador e outros aspectos inerentes e particulares de cada comunidade são tomadas em assembleia, em cada localidade (Passos, 2017). A Central conta com o apoio do Governo do Estado da Bahia, por meio de ações da Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia na perfuração de poços e instalação de Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água, além de outros órgãos do governo de assistência técnica rural e outras ações (Sodré, 2019).

- **SISAR/Ceará**

O Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) se destacou na gestão, manutenção e operação do abastecimento de água rural no estado do Ceará. Consiste em uma ONG criada em 1996 para reunir representantes de organizações comunitárias, conselhos estaduais e municipais, promovendo um canal de comunicação otimizado para assistência na tomada de decisões. O SISAR atende a mais de 35% da população rural do estado do Ceará com sistemas de abastecimento de água tratada (Ceará, 2020). O modelo SISAR já foi reproduzido nos estados do Piauí e Pernambuco (Roza; Araújo, 2020).

O SISAR propõe um modelo de gestão comprometido com o envolvimento da comunidade junto à participação pública, e segue um framework básico que compreende etapas essenciais para o sucesso do processo. Primeiramente, as comunidades são responsáveis pela criação de organizações comunitárias com uma estrutura e hierarquia delineadas para representar os interesses de toda a sociedade. Em seguida, o Escritório de Desenvolvimento Rural junta-se aos interessados durante o planejamento, atuando na captação de recursos de agências de desenvolvimento e do governo estadual. Após as estratégias serem discutidas e definidas, cabe ao governo estadual designar entidades privadas para a construção do sistema, e é função da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará supervisionar o processo. Por fim, ocorre a fase operacional, sendo dever da organização comunitária nomear um membro responsável pela operação e manutenção do sistema, que é devidamente capacitado pela equipe do SISAR. Durante esta etapa, o controle de qualidade da água e a manutenção de equipamentos são responsabilidades atribuídas ao SISAR (Alves; Araújo, 2016; Roza; Araújo, 2020).

- **Programa de Saneamento Rural - SANEPAR/Paraná**

A Agência de Saneamento do Paraná (SANEPAR) é a entidade responsável pelos serviços de água e saneamento no estado do Paraná. Em uma ação conjunta com o governo estadual, municípios e comunidades locais, a agência conduz o Programa de Saneamento Rural, que foca na melhoria da qualidade de vida das populações rurais, e atingiu 412.412 habitantes até 2014. As comunidades-alvo da SANEPAR para o desenvolvimento de SAA são aquelas localizadas em áreas rurais com assentamentos dispersos (SANEPAR, 2016). A execução desses sistemas depende do interesse das comunidades, que deve indicar no momento da solicitação o manancial a ser utilizado como fonte de abastecimento. A agência realiza um diagnóstico técnico e social da área junto ao município, abordando aspectos relacionados à saúde pública, viabilidade financeira e condições físicas da área. Para a instalação do SAA e

sua gestão e manutenção, a SANEPAR é responsável por fornecer apoio financeiro junto ao município ou a FUNASA financia as despesas. Além disso, as organizações comunitárias cobram taxas mensais dos usuários do sistema de água como forma de cobrir os custos relacionados à energia, manutenção e reposição de equipamentos (SANEPAR, 2023).

A responsabilidade da SANEPAR engloba o desenvolvimento do projeto de engenharia, a aquisição de parte dos materiais e equipamentos necessários, o fornecimento de suporte técnico durante a implementação dos sistemas, assistência no estabelecimento de organizações comunitárias (Associação da Água), incentivo ao envolvimento da comunidade, capacitação dos operadores designados e fornecimento de compostos químicos para o início das operações. Uma fase fundamental para o sucesso dos sistemas de água geridos pela comunidade, que é o processo de capacitação, envolve recomendações para o manuseio adequado de compostos químicos, instruções sobre a preparação da solução de cloro usada no tratamento e treinamento para a operação e manutenção de componentes mecânicos e eletromecânicos do sistema. O processo de capacitação também inclui outras ações, como o envolvimento ativo com a comunidade, como educação ambiental e sanitária, criação de diretrizes para avaliar o desempenho do sistema e dos operadores, manutenção de equipamentos e padrões e procedimentos de segurança (SANEPAR, 2023).

A responsabilidade do município inclui o fornecimento de terrenos públicos para a construção da estação de tratamento de água, instalação da rede elétrica, construção da estação de tratamento de água e da rede de distribuição, monitoramento dos padrões de qualidade da água, fornecimento de suporte técnico e gerencial, fornecimento de compostos químicos para a continuidade das operações, estabelecer a associação dos moradores da comunidade local com apoio da SANEPAR e interagir com a comunidade, conscientizando-a e envolvendo-a em todas as etapas da obra, desde o planejamento até a utilização do sistema, além de envolvê-la também na administração após a implantação (SANEPAR, 2023).

Uma vez concluída a fase de construção, o sistema de água é formalmente transferido para a posse do município. Posteriormente, o município transfere a responsabilidade pela operação e gestão do sistema para a comunidade, sem concessão de propriedade. Inicialmente, a agência realiza várias inspeções técnicas e reuniões com a organização comunitária para avaliar os padrões de qualidade da água e a eficiência do modelo de gestão comunitária. Além disso, a agência realiza pesquisas de satisfação como meio de avaliar a eficácia do serviço de água fornecido. Finalmente, o envolvimento da SANEPAR termina, retornando apenas quando o município solicita a assistência da agência (Rusch, 2014; SANEPAR, 2023).

- **Programa Pró-Rural - CESAN/Espírito Santo**

No Espírito Santo, a Companhia Espírito-santense de Saneamento (CESAN), em parceria com câmaras municipais e comunidades locais do Espírito Santo, criou o programa Pró-Rural em 1991. O programa tem como finalidade a prestação de suporte técnico e socioambiental, a elaboração de projetos e a execução de obras em localidades de pequeno porte, como população entre 50 e 1.500 habitantes, localizadas em municípios onde a CESAN detém a concessão; e em localidades onde não há viabilidade econômica para a exploração dos serviços prestados de forma direta pela Concessionária (CESAN, 2020). Até 2014, 218 comunidades haviam recebido acesso à água potável e 39 tiveram seu esgoto tratado por meio da iniciativa Pró-Rural, representando 48 dos 52 municípios onde a CESAN tem concessão para os serviços (Azevedo, 2014).

Segundo o modelo da CESAN, inicialmente são recebidas as demandas das localidades, que podem advir dos PMSB dos municípios que têm contrato com a CESAN, diretamente por representantes de comunidades, por representantes dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, e ainda após visitas técnicas de equipe da CESAN que constatem a necessidade de intervenções nos sistemas. É então realizado um estudo de viabilidade técnica e econômica para verificar a possibilidade de instalação do sistema. A CESAN é responsável pela elaboração dos projetos e execução das obras, e fornece suporte técnico operacional e socioambiental. A comunidade fica responsável pela gestão do sistema, por meio de associação ou comitê gestor juridicamente instituído. As atividades incluem manter e operar o sistema, definir tarifa ou taxa mensal para cobrir os custos operacionais e de manutenção, realizar medições nos hidrômetros mensalmente, arrecadar e gerir os recursos destinados ao sistema. Cabe ao município (titular dos serviços) indicar um empregado para receber capacitação como Agente de Saneamento pela CESAN, formalizar o direito de gestão pela associação/comitê, dar suporte a eles na gestão dos sistemas e fazer a gestão dos produtos químicos. A fonte de financiamento para o programa pode vir diretamente da CESAN, do Governo do Estado do Espírito Santo, dos municípios e ainda de organizações não governamentais, fundações, empresas privadas entre outras (CESAN, 2020).

- **Projeto Sanear Amazônia - MCM/Amazonas**

No estado do Amazonas, o arranjo institucional do Projeto Sanear Amazônia, iniciativa de gestão comunitária da água que tem a participação de ONGs e do governo federal, é um caso ilustrativo de ações com parcerias em prol do saneamento na região. O projeto é liderado pela

ONG Memorial Chico Mendes (MCM), vinculada ao Conselho Nacional dos Seringueiros, com sede em Manaus. O projeto tem o objetivo de “promover acesso à água para o consumo humano em comunidades extrativistas da Amazônia, por meio da disponibilidade das tecnologias sociais, sistema de acesso à água pluvial multiuso comunitário e sistema de acesso à água pluvial multiuso autônomo”. O papel do MCM é intermediar o contato com as comunidades beneficiadas e o seu acesso aos recursos do governo, além de coordenar ações de organização e mobilização local, bem como prestar o apoio à contratação e à execução de projetos técnicos de água e esgotamento sanitário (Cavazzani; Da Silva, 2023; Santos; Santana, 2020).

A estrutura do Projeto Sanear envolve, em destaque, os seguintes componentes: i) uma fonte de financiamento, no caso programas do antigo MDS; ii) uma entidade proponente para concorrer aos recursos; iii) a contratação de uma unidade executora/responsável local (ex. associação local de seringueiros); iv) a contratação e o acompanhamento de uma empresa executora do serviço (projeto, planta, material e instalação); e v) a capacitação de beneficiários para operação do sistema. O projeto em cada comunidade é desenvolvido somente após a etapa de mobilização das famílias interessadas, uma vez que este é um elemento essencial em tecnologias sociais dessa natureza, em que a comunidade é o ponto de apoio central da continuidade operacional (Santos; Santana, 2020).

A maior dificuldade enfrentada localmente pela iniciativa, é garantir a continuidade da operação e a regularidade no abastecimento. Isso exige o interesse das comunidades e a sua mobilização dos interessados anteriormente ao projeto. Os itens destacados de maior necessidade de apoio externo, por parte de governos e prefeituras, se referem a: recursos para investimento em novos sistemas para ampliar o atendimento; monitoramento da qualidade da água; aperfeiçoamento das tecnologias de tratamento de água e esgotos; suporte e parcerias para a articulação comunitária em todas as fases (Santos; Santana, 2020).

- **Cooperar – PB Rural Sustentável/Paraíba**

O Projeto Cooperar/PB Rural Sustentável, vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido, é um programa do Governo do Estado da Paraíba com o objetivo de melhorar o acesso à água, reduzir a vulnerabilidade agroclimática e aumentar o acesso a mercados das organizações de produtores da agricultura familiar da Paraíba. O Projeto conta com parceria do Banco Mundial numa atuação que já dura mais de 40 anos (EMPAER, 2023).

Em 2023 o Projeto Cooperar realizou uma série de obras de medidas de acesso à água, como a construção de cisternas, e sistemas com dessalinizadores, visando o desenvolvimento econômico, social e sustentável da zona rural paraibana (COOPERAR, 2023). Foram construídos ainda sistemas de Abastecimento D'água Completo, que consiste em realizar a captação d'água em manancial existente na área, armazenar em caixa d'água e posteriormente distribuir para as residências ali existentes através de projetos de saneamento, e sistema de Abastecimento D'água Singelo, que consiste na perfuração de poços, armazenagem em caixa d'água e distribuição através de chafariz (COOPERAR, 2023).

2.6. Critérios de elegibilidade e prioridade para o desenvolvimento de ações de abastecimento rural

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, uma das diretrizes para a Política Federal de Saneamento Básico corresponde a “adoção de critérios objetivos de elegibilidade e prioridade, considerados fatores como nível de renda e cobertura, grau de urbanização, concentração populacional, porte populacional municipal, áreas rurais e comunidades tradicionais e indígenas, disponibilidade hídrica e riscos sanitários, epidemiológicos e ambientais” (Brasil, 2020).

Os recursos destinados ao investimento em saneamento são consideravelmente limitados quando comparados à demanda das localidades que necessitam dessas medidas. Portanto, é crucial direcionar e estabelecer prioridades de investimento nas áreas com carência. A implementação de critérios de elegibilidade para direcionar os investimentos é uma medida essencial para organizar e priorizar os programas. Isso não significa que outras áreas serão negligenciadas, mas sim que as mais necessitadas receberão prioridade, permitindo aos gestores estabelecer o momento e a forma de implementar os projetos (Kuwajima *et al.*, 2020). No Quadro 8 são observados os critérios utilizados por três das organizações apresentadas na seção anterior para a seleção de comunidades rurais para a realização dos projetos de abastecimento rural, que são o SISAR, SANEPAR e CESAN.

Quadro 8. Critérios de elegibilidade das comunidades rurais

SISAR	<u>Critérios de seleção:</u> a) Localidades rurais com uma população entre 70 e 3000 famílias; b) Disponibilidade de manancial; c) Disponibilidade de energia elétrica; d) População com o propósito de filiar-se ao modelo de gestão SISAR; e) Associação comunitária existente; f) Instrumentos principais do arcabouço legal aprovados pelo município: 1. Lei Autorizativa, 2. Decreto, 3. Acordo de Cooperação. <u>Critérios de priorização:</u> a) Maior número de famílias; b) Municípios com menor IDH; c) Localidades que saíram do escopo do programa Ceará II; d) Municípios que vêm sendo atendidos por carro-pipa, nos últimos 2 anos ou mais; e) Custos per capita $\leq$ 1.500 R\$/habitante.
SANEPAR	a) A comunidade deve estar localizada em área rural do Município, conforme classificação do IBGE; b) O Município deve possuir Contrato de Concessão/Programa válido por pelo menos 30 meses, tempo estimado para a instrução do processo e a execução das obras; c) É vedada a participação de Municípios que possuam débitos em aberto com a SANEPAR; d) Ao solicitar a parceria, o Município deve indicar a fonte de abastecimento e fornecer a seguinte documentação: Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pela construção/perfuração do poço, perfil litológico, teste de vazão e bombeamento, e análise da qualidade da água de acordo com as normas da portaria GM/MS nº 888. e) O sistema de abastecimento de água deve atender no mínimo 20 ligações domiciliares; f) A extensão da rede de distribuição por ligação domiciliar não deve exceder 350 m; g) O valor unitário de cada ligação domiciliar, considerando apenas a participação da SANEPAR, não deve ultrapassar R\$ 10.500,00 para desembolso.
CESAN	a) Para iniciar o procedimento de análise de viabilidade, a localidade deve ter mais de 250 ligações domiciliares; b) As residências devem estar aglomeradas, formando um núcleo que possibilite a implantação de sistema coletivo; c) A distância entre as residências deve ser, preferencialmente, até 80 metros; d) Extensões de adutoras ou redes que necessitem de intervenção em faixa de domínio do DER-ES e/ou DNIT devem ser, preferencialmente, até 10 km; e) O tempo de operação de um sistema, a ser operado e mantido com o apoio da CESAN, não deve ultrapassar 8 horas diárias, com a utilização da mão de obra de apenas um Operador para o sistema proposto; f) A primeira orientação de análise deve verificar a possibilidade de implantação de poço profundo, visando operação de sistema simplificado de tratamento de água; g) Todas as residências deverão ser hidrometradas; h) Em sistemas com redes existentes é preconizada a troca de tubulações com diâmetros inferiores a 50 mm.

Fonte: Ceará (2021), SANEPAR (2023) e CESAN (2020).

Existem inúmeros métodos estatísticos disponíveis para a análise e priorização de critérios na escolha multicritério. Esses métodos oferecem uma estrutura sistemática e objetiva

para avaliar e comparar diferentes alternativas, levando em consideração múltiplos critérios simultaneamente (Siksnyte-Butkiene; Zavadskas; Streimikiene, 2020). A análise multicritério é um método de análise de critérios relacionados ao objeto de estudo, sendo possível identificar quais critérios são prioritários para o objeto considerado, baseados na importância relativa entre eles, definida por especialistas (Pandey, 2007). A combinação desses instrumentos forma um sistema de apoio à tomada de decisão das partes interessadas.

Um dos métodos mais comuns é a Análise Hierárquica de Processos (AHP), que permite a decomposição dos critérios em hierarquias e a atribuição de pesos a cada critério com base na sua importância relativa. A AHP é amplamente utilizada devido à sua capacidade de lidar com a complexidade dos problemas de escolha multicritério e proporcionar uma abordagem estruturada para a tomada de decisão (Canco; Kruja; Iancu, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

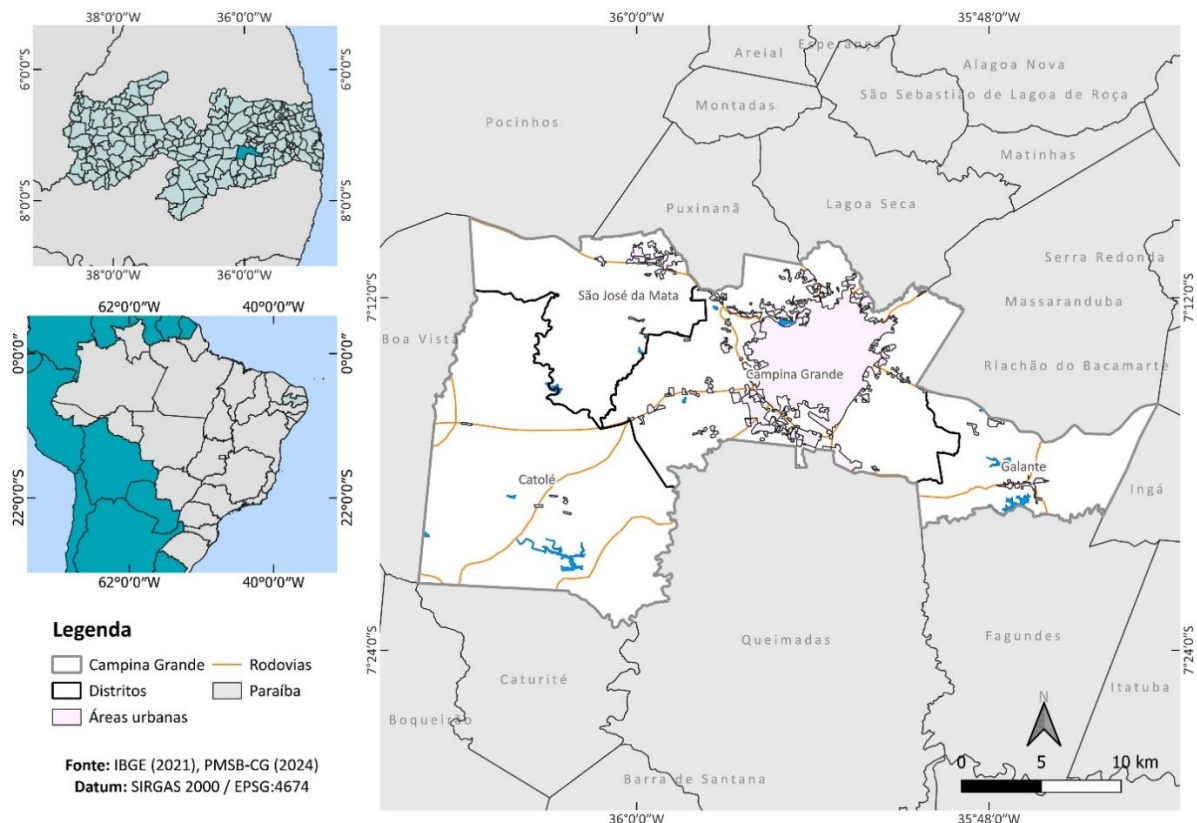
3.1. Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa se classifica quanto a sua natureza como pesquisa aplicada, uma vez que se propõe a desenvolver um modelo para priorização de comunidades rurais para instalação de sistemas de abastecimento de água. Quanto a abordagem, se classifica como qualitativa. Em relação ao objetivo, a pesquisa é tida como exploratória, uma vez que buscou soluções para o abastecimento rural. Quanto aos procedimentos, é tida como documental, bibliográfica e de levantamento, e ainda como um estudo de caso, já que o modelo desenvolvido é aplicado ao município de Campina Grande.

3.2. Área de estudo

O município de Campina Grande (Figura 4) dá nome a região intermediária e a região imediata da qual faz parte, no estado da Paraíba.

Figura 4. Mapa de localização do município de Campina Grande/PB



Fonte: Autoria própria (2024).

Situa-se a 7° 13'11" de latitude Sul e a 35° 52'31" de longitude Oeste, possuindo uma área territorial de aproximadamente 591,657 km², onde 108,96 km² correspondem a zona urbana e 482,69 km² a zona rural do município. É composto por quatro distritos: Sede, Catolé de Boa Vista, São José da Mata e Galante. Conta com uma localização geográfica estratégica em relação a importantes centros da Paraíba e do Nordeste. Conta com infraestrutura de acesso por estradas de rodagem, navegação aérea e ferrovias (apenas para transporte de carga), e tem proximidade dos portos de Cabedelo-PB e Suape em Recife-PE.

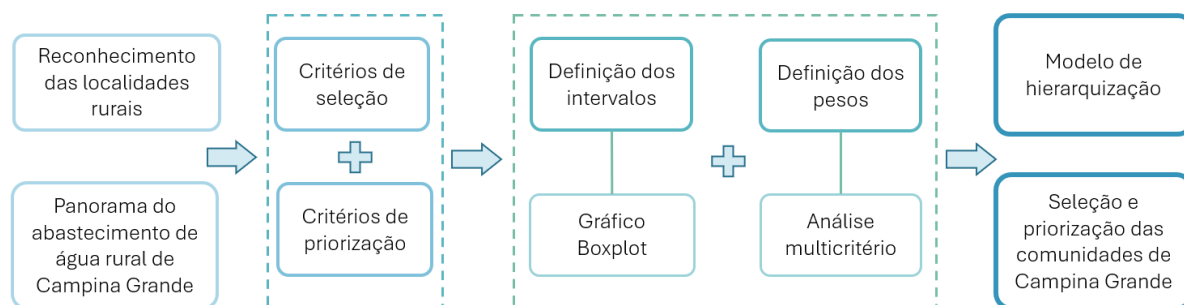
O município encontra-se no agreste paraibano, entre o litoral e o sertão, usufruindo assim, de um clima menos árido do que o que predomina no interior do Estado e na região ocidental do município. Por estar localizada em altitudes elevadas, acima de 552 metros, beneficia-se de temperaturas mais amenas, sendo considerada como tropical com estação seca, com chuvas durante o inverno e outono (GOMES, 2007). De acordo com a classificação de Köppen, o tipo de clima encontrado em Campina Grande é o As' (quente e úmido com chuva de outono-inverno). Caracteriza-se por apresentar chuvas de outono - inverno e um período de estiagem de cinco a seis meses.

Campina Grande é formada por maciços e morros altos, com altitude variando entre 650 e 1.000 metros. Está em uma altitude média de 550 metros, com topografia irregular, apresentando relevo geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, nas regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba. Os rios são perenes, de pequena vazão e com potencial de água subterrânea baixo (PMSB-CG, 2024).

3.3. Etapas metodológicas

As etapas metodológicas seguidas para a obtenção dos objetivos, estão apresentadas no fluxograma da Figura 5, e descritas nos tópicos seguintes.

Figura 5. Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2024).

3.3.1. Reconhecimento das localidades rurais

Para identificar as localidades rurais existentes no município foi utilizado o Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) do Censo IBGE (2022), que conta com o atributo de localidade – “DSC_LOCALIDADE” – de cada endereço cadastrado. Inicialmente foram filtrados os endereços localizados somente nas áreas rurais, que corresponde aos setores censitários classificados como Povoados, Lugarejos e Área Rural (exclusive aglomerados), também do Censo IBGE (2022), utilizando as funções de seleção por regra do *software* QGIS 3.34. Em seguida foi preciso tratar os dados disponibilizados, já que apesar das revisões sistemáticas realizadas pela equipe do IBGE alguns erros ainda foram encontrados (IBGE, 2024). O processo de correção se deu por:

- Identificação de erros de grafia e necessidades de padronização de nomenclatura (como a utilização de prefixos tais quais sítio, assentamento, entre outros);
- Atualização de endereços que constavam o nome do distrito invés da localidade no atributo de “DSC_LOCALIDADE”;
- Correção de endereços que considerando a localização, endereços vizinhos e logradouro, estavam com a descrição da localidade incorreta;
- Correção de acordo com o padrão de divisão dos setores censitários.

O processo de correção foi essencial para eliminar inconsistências e obter um perfil completo dos domicílios rurais e das localidades que representam.

3.3.2. Panorama do abastecimento de água rural

O modelo desenvolvido para selecionar e priorizar comunidades rurais para a implantação de sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água, tem como base os dados do município de Campina Grande. É imprescindível conhecer a realidade atual local antes de propor um planejamento, e diante disso foi elaborado um panorama do abastecimento de água na área rural do município, com informações quanto as formas de abastecimento atualmente utilizadas, prestadores de serviços, existência de sistemas de abastecimento de água gerenciados pela Prefeitura Municipal ou organizações sociais, e sobre a existência de programas governamentais.

Os dados são provenientes de bases de dados governamentais oficiais como o IBGE, a AESA, informações repassadas pela Prefeitura Municipal e Defesa Civil e ainda de visitas

técnicas realizadas em algumas comunidades rurais, durante o processo de atualização do Plano de Saneamento Básico de Campina Grande (PMSB/CG, 2024).

3.3.3. *Critérios de seleção e priorização de comunidades rurais*

Embasado pelos critérios de elegibilidade utilizados para adesão aos programas de saneamento rural das instituições descritas no tópico 2.6, no Quadro 9 se encontram os critérios selecionados para utilização no presente estudo.

Quadro 9. Critérios de seleção e priorização de comunidades rurais

Tipo	Critério		Restrição/Prioridade
Seleção	Localização		Inserida na área rural do município
	Domicílios	Quantidade	Número mínimo de domicílios
Priorização			Maior número de domicílios
		Distância	Menor distância entre domicílios
	Disponibilidade hídrica		Maior quantidade de fontes hídricas
	DRSAI		Maior número de notificações
	Organização social		Existência de organização social
	Ambiente	Relevo	Menor declividade
Solo		Textura mais arenosa	

Fonte: Autoria própria (2024).

Os critérios de seleção foram utilizados para filtrar as localidades por meio das restrições. Já para os critérios de priorização, foram definidos intervalos de prioridade, variando entre baixa, média, alta e muito alta prioridade. A seguir são descritas informações acerca da obtenção de cada um.

- **Localização**

Foram consideradas elegíveis as localidades situadas nas áreas rurais assim definidas pela classificação oficial do IBGE.

- **Domicílios**

A fim de obter um perfil demográfico das localidades do município de Campina Grande, foi feito um levantamento da quantidade de domicílios por localidade a partir do CNEFE. O conjunto de dados foi ordenado, e então conduzida a análise exploratória da amplitude interquartil, a partir do uso de gráficos *boxplot*, de modo a definir o número mínimo de domicílios a ser usado como critério de elegibilidade, e os intervalos de seleção para o critério

de priorização, que varia da maior população (alta prioridade) a menor população (baixa prioridade).

Os gráficos de *boxplot*, também chamado de diagrama de caixa, são ferramentas para analisar a distribuição de um conjunto de dados, onde pode-se observar os quartis, que divide o conjunto de dados ordenados em quatro partes iguais, cada um contendo 25% dos valores (SIQUEIRA, 2021).

Para verificar a aglomeração dos domicílios, foi calculada a distância média entre as residências, através da função de matriz de distância do *software* QGIS 3.34, e feita a categorização dos resultados com o uso do gráfico *boxplot*, variando da menor distância (alta prioridade) a maior distância (baixa prioridade).

- **Disponibilidade hídrica**

Foi feito um levantamento dos mananciais (rios, açudes, poços e adutoras) disponíveis no município, a partir de bases de dados da ANA (2019) que contém os rios e açudes, SIAGAS (2024) que reúne o mapeamento de fontes subterrâneas, da AESA (2024) que concede outorgas para o uso da água na Paraíba, e da CAGEPA (2024) que apresenta o sistema de distribuição de água (disponível no PMSB do município). Para cada comunidade foi quantificada as opções de fonte hídrica, considerando a proximidade do local.

Para o processo de priorização entre comunidades, foi utilizada análise da amplitude interquartil para definir os intervalos de seleção para o critério de priorização, que varia de maior quantidade (alta prioridade) para menor quantidade (baixa prioridade).

- **Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)**

Foi feita uma relação das comunidades com maiores notificações de DRSAI, a partir de dados da Secretaria de Saúde do município (disponibilizadas no PMSB). O conjunto de dados foi ordenado e feita a análise da amplitude interquartil, de modo a definir os intervalos de seleção para o critério de priorização, que varia de maior quantidade de notificações (alta prioridade) para menor quantidade de notificação (baixa prioridade).

- **Organização social**

A existência de organizações da sociedade civil (OSC) nas comunidades, como associações comunitárias, cooperativas ou similares, foi utilizada como critério de priorização, onde as comunidades que possuem OSC ativas têm alta prioridade, e as que não possuem OSC

têm baixa prioridade, a partir de dados do Mapa das Organizações da Sociedade Civil, mantido pelo IPEA (2024).

- **Ambiente**

A localização da comunidade em uma área com relevo menos acidentado e com um solo de textura grossa foi utilizado como critério de priorização, levando em consideração a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA).

Para quantificação e análise dos dados foram utilizados os *softwares* QGIS 3.34 e *Microsoft Excel*. No Quadro 10 tem-se um resumo das bases de dados de onde foram coletadas as informações, a natureza e respectivas fontes.

Quadro 10. Base de dados e respectivas fontes dos critérios analisados

Critério	Base de dados	Natureza	Fonte
Localização	Localidades Setores censitários	Georreferenciado (Shapefile)	IBGE
Domicílios	Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos	Georreferenciado (Shapefile)	IBGE
Disponibilidade hídrica	Poços, rios, reservatórios, rede abastecimento	Georreferenciado (Shapefile)	AESA, ANA, SIAGAS, CAGEPA
DRSAI	Notificações de DRSAI	Tabular (CSV)	Secretaria de saúde, DataSUS
Organização social	Mapa das Organizações da Sociedade Civil	Tabular (CSV)	IPEA
Ambiente	Topodata Tipos de solo	Georreferenciado (Shapefile e raster)	INPE, EMBRAPA

Fonte: Autoria própria (2024).

3.3.4. Definição dos pesos dos critérios de priorização

O próximo passo foi definir o grau de importância relativo de cada critério, utilizando o método do processo hierárquico analítico (AHP), com o auxílio da ferramenta online AHP-OS (GOEPEL, 2018). O método AHP transforma as comparações qualitativas em análises quantitativas, atribuindo grau de importância para diferentes critérios de maneira concomitante, permitindo uma tomada de decisão baseada em dados classificados de acordo com sua ordem de relevância (SAATY, 1990). A sequência para o uso do AHP inclui (PIRTOUSCHEG, 2021):

- Identificação das alternativas da decisão;
- Identificação da significância relativa entre os atributos;

- Para cada par de alternativas, os tomadores de decisão indicam suas preferências;
- As comparações entre as alternativas são registradas em matriz na forma de fração entre 1/9 e 9. Cada matriz é avaliada pelo seu valor para verificar a carência dos julgamentos;
- Calculam-se valores globais de preferência para cada alternativa;
- É feito o teste de consistência dos resultados.

Saaty (1991) propõe também uma escala para avaliar essas matrizes que variam de 1 a 9, cujo valor 1 indica que a importância de um critério em relação ao outro é indiferente e o valor 9 indica que um critério é extremamente mais importante que outro. O Quadro 11 apresenta a escala de Saaty com os pesos e suas significâncias.

Quadro 11. Valores da escala de Saaty a distribuição dos pesos de julgamento para a comparação paritária

Grau de importância	Definição
1	Igual importância
3	Importância Moderada
5	Forte importância
7	Importância muito forte
9	Extrema importância
2, 4, 6, 8	Valores intermediários

Fonte: Saaty (1990).

De acordo com a consulta a quatro especialistas na área de saneamento rural, foi preenchida a matriz de comparação paritária referente aos critérios, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Matriz de comparação paritária dos critérios

	Domicílios	Disponibilidade hídrica	DRSAI	Organização social	Ambiente
Domicílios	1				
Disponibilidade hídrica		1			
DRSAI			1		
Organização social				1	
Ambiente					1

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir da matriz são calculados os autovetores, obtidos de modo aproximado através da média aritmética de cada critério, e indicam sua prioridade global. O resultado dos vetores pode ser interpretado como a participação percentual de cada item avaliado, representando sua

importância. Para verificação da confiabilidade e consistência dos dados, foi calculada a razão de consistência. Para tal foi necessário primeiro calcular o índice de consistência, através da Equação (1):

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde:

IC: Índice de consistência

λ_{max} : Maior autovetor da matriz

n : Número de critérios da matriz

O cálculo da razão de consistência se dá através da Equação (2):

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (2)$$

Onde o índice randômico é fixo e tem como base o número de critérios avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de IR usados como referência

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1991)

Como regra geral, se a razão de consistência for menor do que 0,10, indica que os julgamentos foram acurados.

3.3.5. *Ranking das comunidades rurais*

Para a construção do *ranking* de prioridade das comunidades rurais, foi calculada a pontuação de cada uma, que corresponde à soma da pontuação de cada critério multiplicado pelo peso atribuído a cada critério. Com as pontuações finais, foi feita ainda a classificação das prioridades, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Pontuação para prioridade das comunidades rurais

Pontuação	Prioridade
$1 \leq X \leq 2$	Baixa
$2 < X \leq 3$	Moderada
$3 < X \leq 4$	Alta

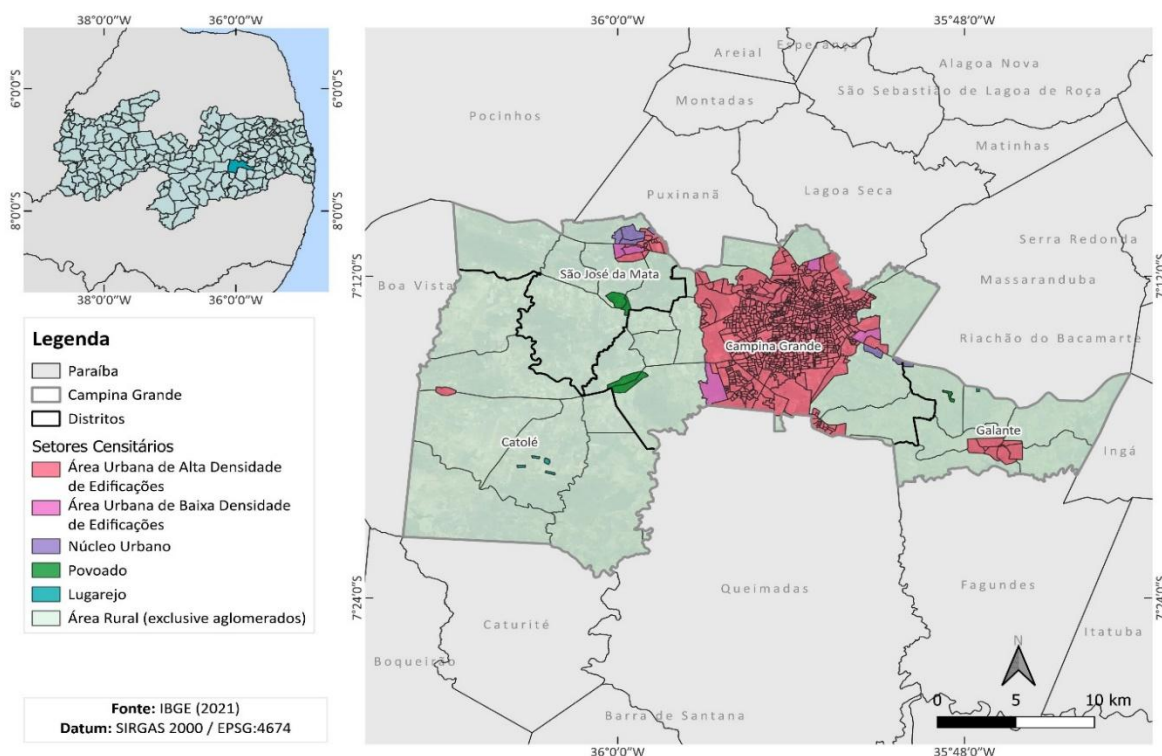
Fonte: Autoria própria (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Reconhecimento das localidades rurais

Na Figura 6 tem-se a estrutura territorial do município de Campina Grande, segundo a classificação de setores censitários composta pelo IBGE (2021).

Figura 6. Setores censitários do município de Campina Grande-PB

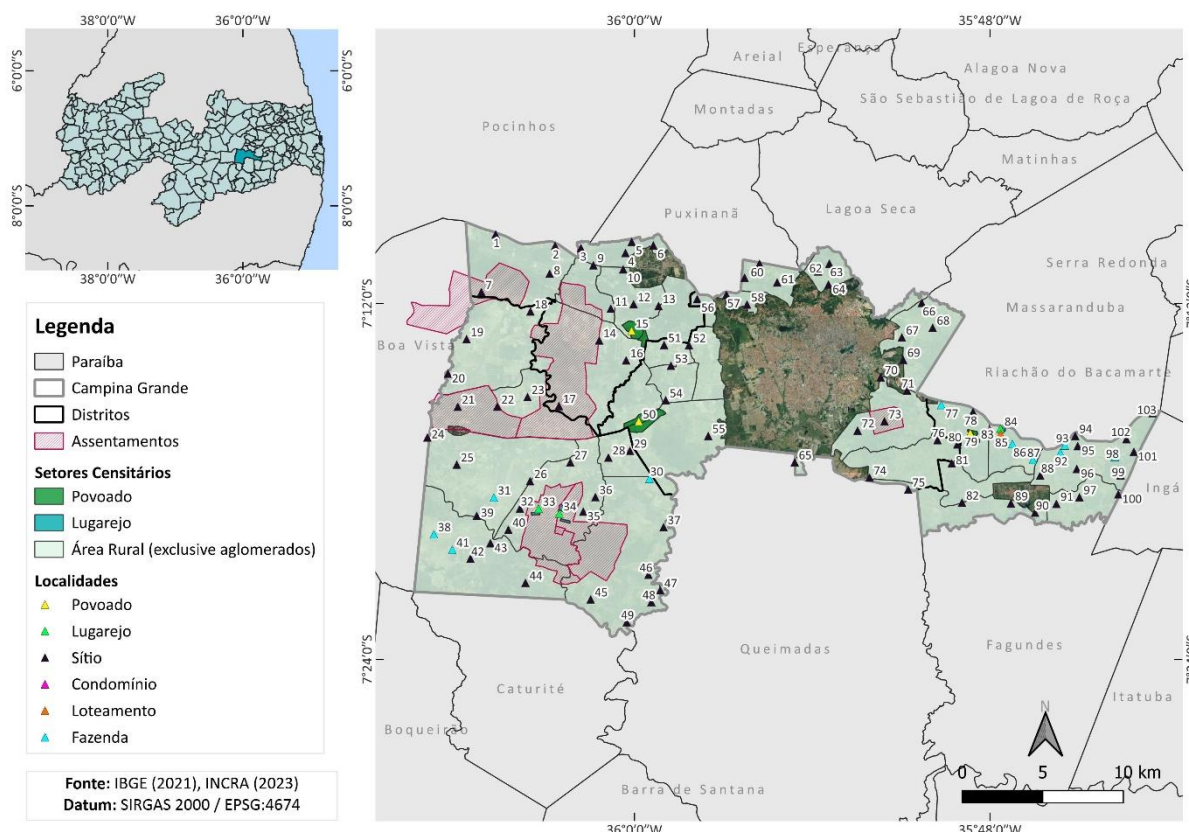


Fonte: autoria própria (2024).

Foram identificados 732 setores censitários urbanos, que contém uma área de 108,96 km² e abriga 95,46% dos domicílios do município. Já os setores censitários rurais são 48, com uma área de 482,69 km² e abriga os 4,54% de domicílios restantes.

Na Figura 7 se observam as localidades rurais identificadas através do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) do Censo IBGE (2022).

Figura 7. Localidades rurais do município de Campina Grande-PB



Fonte: autoria própria (2024).

Foram identificadas 103 localidades rurais, que incluem 1 Condomínio, 1 Loteamento, 10 Fazendas, 3 Povoados, 6 Assentamentos rurais e o restante corresponde a sítios. Os assentamentos Venâncio Tomé de Araújo e Vitória e o Sítio Caridade foram ainda classificados como lugarejos segundo os critérios do IBGE.

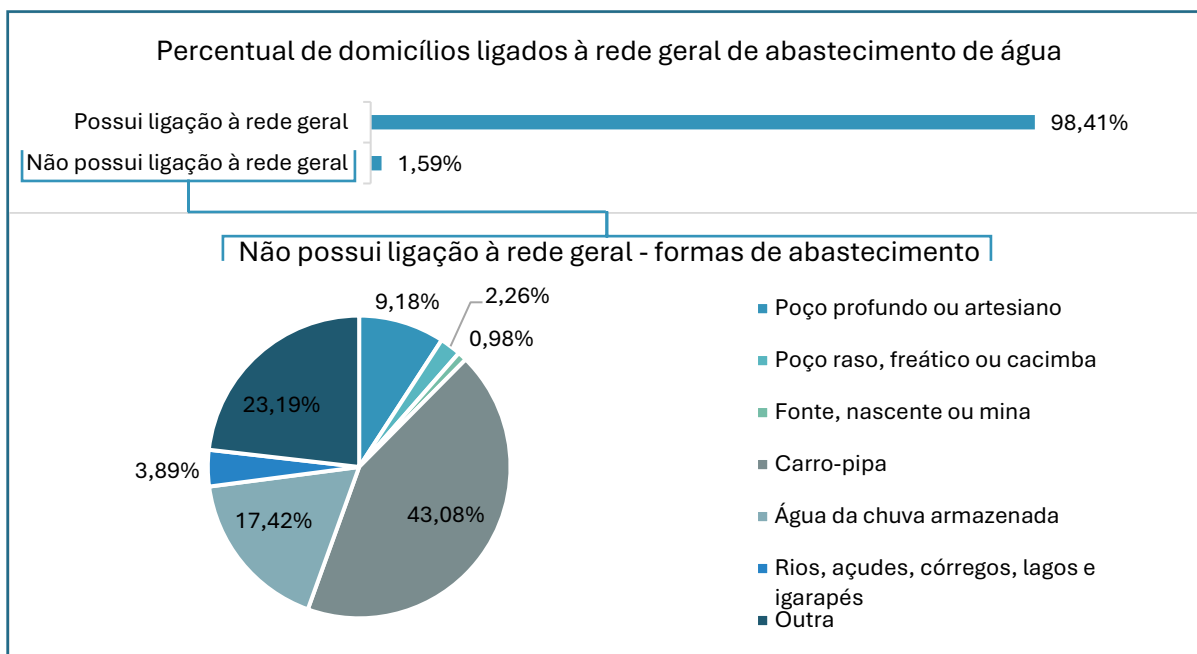
De acordo com o relatório de Projetos de Reforma Agrária elaborado pelo INCRA, cinco assentamentos rurais pertencem à Campina Grande, sendo eles: Venâncio Tomé de Araújo, Vitória, Santa Cruz, José Antônio Eufrazino e Pequeno Richard (INCRA, 2024). O assentamento Quebra-Quilos está inscrito no INCRA como propriedade do território municipal de Boa Vista, todavia, cerca da metade de sua área encontra-se inserida no limite municipal de Campina Grande, devendo ser considerado no planejamento de ações de saneamento básico.

4.2. Panorama do abastecimento de água rural de Campina Grande

O serviço de abastecimento de água no município de Campina Grande envolve o poder executivo municipal (titular), a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba – CAGEPA (prestador de serviço) e a Agência de Regulação do Estado da Paraíba (órgão regulador/fiscalizador). Em localidades onde a CAGEPA não atua no abastecimento, a Prefeitura, por meio da Secretaria de Agricultura, assume a responsabilidade, seja através do transporte e distribuição de água por carros-pipa ou da manutenção de sistemas alternativos coletivos de abastecimento. Além disso, a Operação Carro-Pipa do Exército, que têm como objetivo a realização de ações complementares de apoio às atividades de distribuição de água potável às populações atingidas por estiagem e seca na região do semiárido nordestino, também é atuante no município.

Em relação ao atendimento e cobertura do serviço, de acordo com o Censo IBGE (2022), 98,41% dos domicílios existentes estão ligados a rede geral da CAGEPA (Figura 8). No restante dos domicílios, que não são ligados à rede, majoritariamente localizados em áreas rurais, a utilização de carro-pipa se destaca como forma de abastecimento.

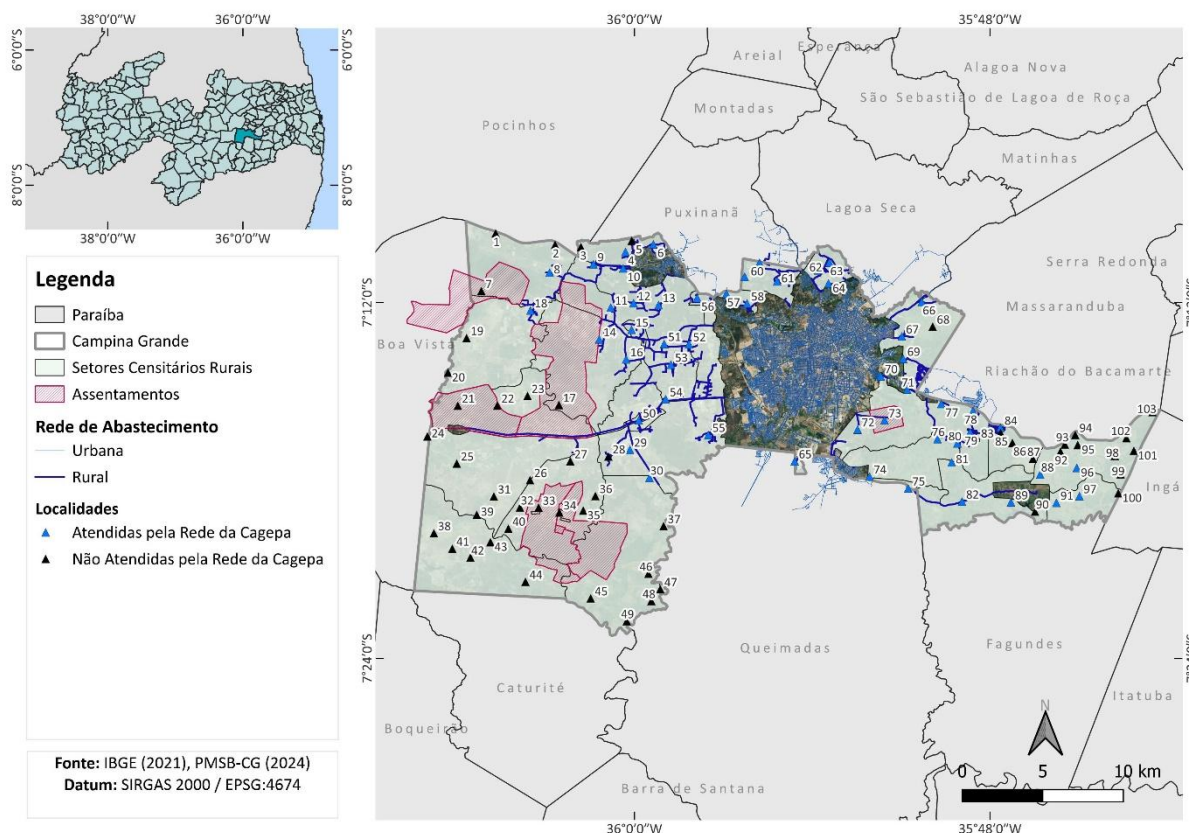
Figura 8. Abastecimento de água segundo Censo IBGE no município de Campina Grande-PB



IBGE (2022).

Na Figura 9 se observa o traçado da rede de abastecimento da CAGEPA, que apresenta uma grande cobertura do município, sendo o Distrito de Catolé o que tem a maior falta de atendimento, assim como as extremidades leste e oeste. São destacadas ainda as localidades que são ligadas à rede.

Figura 9. Localidades atendidas pela rede de abastecimento da CAGEPA no município de Campina Grande-PB

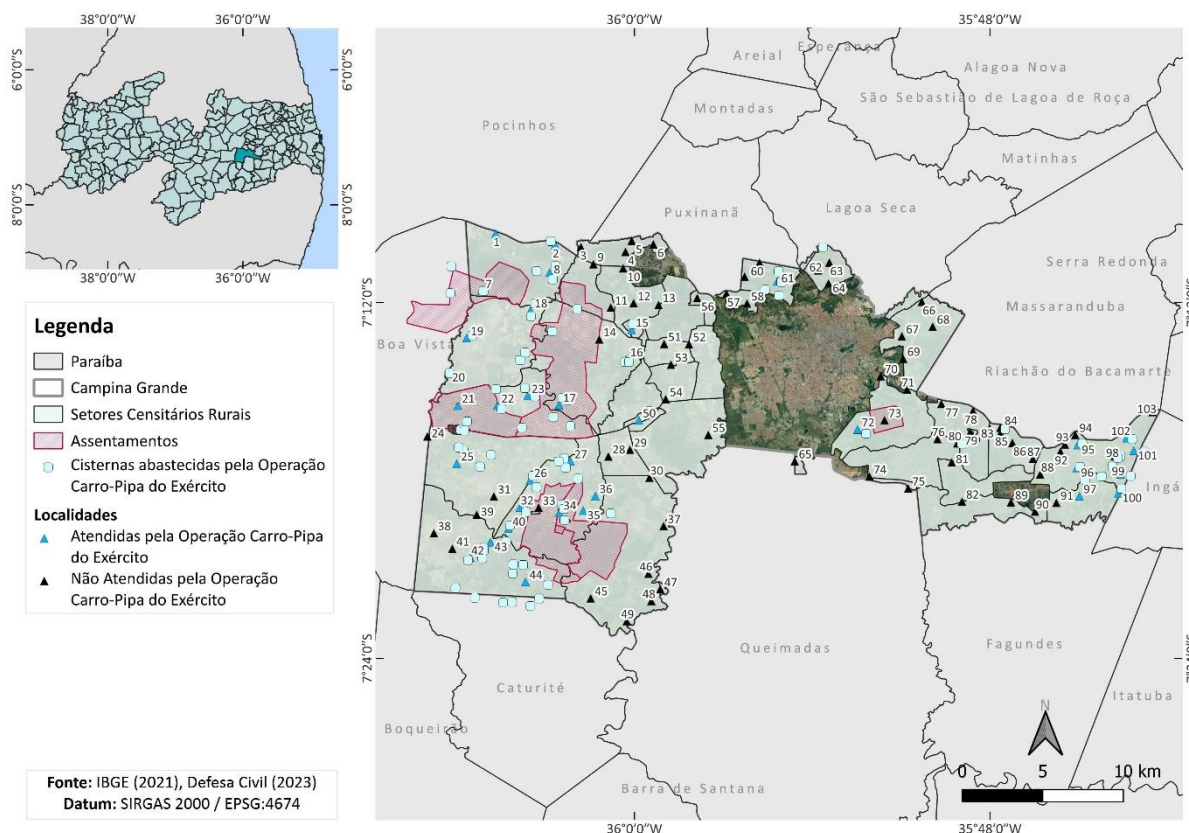


Fonte: autoria própria (2024).

O Programa Emergencial de Distribuição de Água Potável no Semiárido Brasileiro, conhecido como Operação Carro-Pipa, é fruto da mútua cooperação técnico-financeira entre os ministérios da Integração Nacional e da Defesa do Brasil, que tem o objetivo de distribuir água potável prioritariamente às populações rurais atingidas por estiagem e secas nas regiões do semiárido nordestino, além do Norte dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo (Gonzaga *et al.*, 2020).

De acordo com o Exército Brasileiro (2024), 80 cisternas coletivas são abastecidas e 2.492 pessoas são atendidas em Campina Grande (Figura 10). A Defesa Civil é o órgão municipal que auxilia o Exército, passando informações para os pipeiros e fiscalizando o desenvolvimento da ação. Cada comunidade é abastecida duas ou três vezes ao mês. A água é coletada no manancial de Boqueirão e pastilhas de cloro são adicionadas ao caminhão. Salienta-se que na maioria das comunidades atendidas há também a atuação da Prefeitura Municipal complementando o abastecimento de cisternas, e somente em Luango e Brito 2 verificou-se a atuação somente do Exército.

Figura 10. Localidades atendidas pela Operação Carro-Pipa do Exército no município de Campina Grande-PB



Fonte: autoria própria (2024).

A Prefeitura Municipal por meio da Secretaria de Agricultura faz o abastecimento de cisternas em algumas localidades. Em 2023, foram 1.301 cisternas atendidas. De acordo com PMSB-CG (2024), são seis pipeiros contratados com seus próprios carros-pipa e um motorista contratado para realizar o transporte da água com o carro-pipa da Prefeitura Municipal, adquirido através do Programa de Aceleração do Crescimento. Os pipeiros possuem a meta de transportar ao menos dois carros-pipa por dia. A água é retirada do Reservatório R9 da CAGEPA e levada até as comunidades, sendo Olho d'Água a comunidade com maior distância para o ponto de coleta (cerca de 36,2 km). Cada comunidade é abastecida de duas a três vezes ao mês, sendo transportado cerca de 140.000 litros de água por dia. A Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente de Campina Grande realiza a fiscalização da qualidade da água nos carros-pipa mensalmente e fornece pastilhas de cloro para serem adicionadas ao tanque dos caminhões durante o transporte.

A partir do mapeamento da rede de distribuição da CAGEPA, cisternas abastecidas pela Operação Carro-Pipa, informações repassadas pela Prefeitura Municipal e durante as oficinas participativas da atualização do Plano de Saneamento Básico de Campina Grande (PMSB/CG,

2024), foi confeccionado o Quadro 12, que apresenta o tipo de abastecimento de cada localidade rural mapeada, para as quais foi possível.

Quadro 12. Localidades por tipo de abastecimento no município de Campina Grande-PB

Grupo	Tipo de Abastecimento	Localidades
1	Rede CAGEPA	Assentamento Santa Cruz, Bosque 2, BR 230, Campo de Boi, Cuites de Baixo, Fazenda Campo de Boi, Fazenda Jacu, Gabriel, Gaspar, Jorge de Baixo, Laranjeiras, Margem Direita, Massape, Nova Brasília, Reino Verde, Samambaia, Tatu de Baixo, Várzea Grande, Vila Cabral.
2	Rede CAGEPA, Cisternas abastecidas por Carro-pipa (Exército, Prefeitura Municipal)	Amorim, Aragão, Bela Vista, Bosque 1, Cajazeiras, Capim Grande, Cardoso, Caridade, Castelo, Covão, Cuites, Estreito, Fazenda Velha, Felix Amaro, Jacu, Jorge de Cima, Lagoa de Dentro, Lagoa de João Gomes, Lagoa do Surrão, Ligeiro, Lucas, Marinho, Monte Alegre, Pau Careta, Salgadinho, Santana, Santo Isidro, São Januário, Serra de Joaquim Vieira 1, Serra de Joaquim Vieira 2, Serrotão, Tambor, Várzea do Arroz, Vera Cruz.
3	Cisternas abastecidas por Operação Carro-Pipa do Exército	Brito 2, Luango.
4	Cisternas abastecidas por Carro-Pipa da Prefeitura Municipal	Cacimba Nova, Mumbuca, Navio.
5	Cisternas abastecidas por Carro-pipa (Exército, Prefeitura Municipal)	Alto Alegre, Assentamento José Antônio Eufrázio, Assentamento Pequeno Richard, Assentamento Quebra Quilos, Assentamento Vitória, Barreto, Boi Velho, Brito 1, Currais Velho, Farinha, Furninhas, Gonsalo, Gravatazinho, Malhada de Areia, Queimada da Ema, São Pedro, Várzea de Capim, Várzea do Junco.
6	Dessalinizador, Cisternas abastecidas por Carro-pipa (Exército, Prefeitura Municipal)	Assentamento Venâncio Tomé de Araújo, Brito 3, Guarita e Logradouro.
7	Sistema de Abastecimento de Água isolado sem tratamento, Cisternas abastecidas por Carro-pipa (Exército, Prefeitura Municipal)	Açude de Dentro, Paus Brancos.
8	Sem informação ¹	Bodopita, Cachoeirinha, Calvo de Cima, Joaquina, Liberal, Os Gomes, Queimadas de Dentro, Recanto, Timbauba, Torre.
9		Fazenda Canario, Fazenda Caridade, Fazenda Cruzeiro, Fazenda Deserto, Fazenda Floresta, Fazenda Navio, Fazenda Riacho do Navio, Fazenda Ubaia, Loteamento Jardim Surubim.

¹não foram citadas nas listas de atendimento da CAGEPA, Prefeitura Municipal ou Exército. Fonte: autoria própria (2024).

O Grupo 1 contém 19 localidades que já têm o atendimento completo por parte da CAGEPA. Já no Grupo 2 (35 localidades), nem todos os domicílios têm ligação à rede geral, e ainda assim mesmo os que tem, as vezes necessitam complementar o abastecimento de outras formas, devido a intermitência na chegada da água pela rede.

Os Grupos 3, 4 e 5 que correspondem a 24 localidades, contam somente com o abastecimento de cisternas, por parte da Operação Carro-Pipa e/ou Prefeitura Municipal. O Programa Um Milhão de Cisternas, desenvolvido pela Articulação no Semiárido Brasileiro, desempenhou um papel fundamental na construção de cisternas na Paraíba, assim como iniciativas do PB Rural Sustentável, onde 5.000 cisternas foram entregues em 2 anos (EMPAER, 2023). As cisternas são construídas com o intuito de armazenar água de chuva, porém observa-se que a oferta não é suficiente para suprir as necessidades das famílias, que recorrem a carros-pipa para atender as demandas por água.

A população também compra água de carros-pipa particulares em períodos críticos, quando a Prefeitura não consegue atender toda a demanda solicitada. O custo de um caminhão-pipa varia entre R\$ 250,00 e R\$ 400,00 de acordo com a distância da região beneficiada com o ponto de coleta da água. Outra solução utilizada é a captação da água bruta em açudes próximos às localidades. Essa realidade foi identificada nos Sítios Farinha e Guarita, onde a população utiliza de tubulações e bombas particulares para utilização da água em usos menos nobres (PMSB-CG, 2024).

O Grupo 6 (5 comunidades) também se utiliza de cisternas com a adição do uso de dessalinizadores. Segundo a Secretaria de Agricultura, para a manutenção dos dessalinizadores foram contratados operadores, que, juntamente com a energia gasta para funcionamento do sistema e manutenção das bombas, é custeado pela Prefeitura Municipal. No Sítio Brito 3 o Dessalinizador abastece 30 famílias, não há adição de cloro e nem limite de quantidade para coleta do recurso. Não há informações semelhantes para as demais localidades. Ademais, há a previsão de instalação desta tecnologia no Assentamento Pequeno Richard e a reativação de um Dessalinizador já existente no Sítio Amorim (PMSB-CG, 2024).

No grupo 7 estão Açude de Dentro e Paus Brancos, que são as duas localidades do município que já possuem um sistema de abastecimento isolado com rede, porém sem tratamento. Entretanto, nem todos os domicílios destas localidades estão inseridos no sistema e para complementar o serviço de abastecimento da região a população dispõe de cisternas, abastecidas por carros-pipa particulares contratados e pela Operação Carro-Pipa, responsável pelo abastecimento de 5 cisternas coletivas na região. Açude de Dentro ainda possui um

Dessalinizador que funcionou por apenas um semestre e hoje se encontra desativado há 6 meses por falta de manutenção, incluindo a aquisição de novos filtros para realização do tratamento adequado (PMSB-CG, 2024).

O Grupo 8 são os sítios que não foi possível obter informações quanto a forma de acesso a água. Devido a localização próxima a divisa com outros municípios, é provável que sejam abastecidas por carros-pipa das prefeituras vizinhas e/ou utilizem soluções individuais como as demais. Por fim, o Grupo 9 corresponde as propriedades privadas de Fazendas existentes no município, onde entende-se que possuem soluções individuais de abastecimento, e não seriam locais para a instalação dos SAA de qualquer forma.

4.3. Critérios de seleção e priorização de comunidades rurais

4.3.1. Localização

A partir das 103 localidades rurais reconhecidas no Tópico 4.1, e excluindo-se aquelas que já tem ligação ao SAA (Grupos 1 e 2), possuem sistemas de abastecimento isolados (Grupo 7) e as fazendas particulares (Grupo 9), restam 37 localidades para a realização do estudo: Alto Alegre, Assentamento José Antônio Eufrazino, Assentamento Pequeno Richard, Assentamento Quebra Quilos, Assentamento Venâncio Tomé de Araújo, Assentamento Vitória, Barreto, Bodopita, Boi Velho, Brito 1, Brito 2, Brito 3, Cacimba Nova, Calvo de Cima, Cachoeirinha, Currais Velho, Farinha, Furninhas, Gonçalo, Gravatazinho, Guarita, Joaquina, Liberal, Logradouro, Luango, Malhada de Areia, Mumbuca, Navio, Os Gomes, Queimada da Ema, Queimadas de Dentro, Recanto, São Pedro, Timbaúba, Torre, Várzea de Capim e Várzea do Junco.

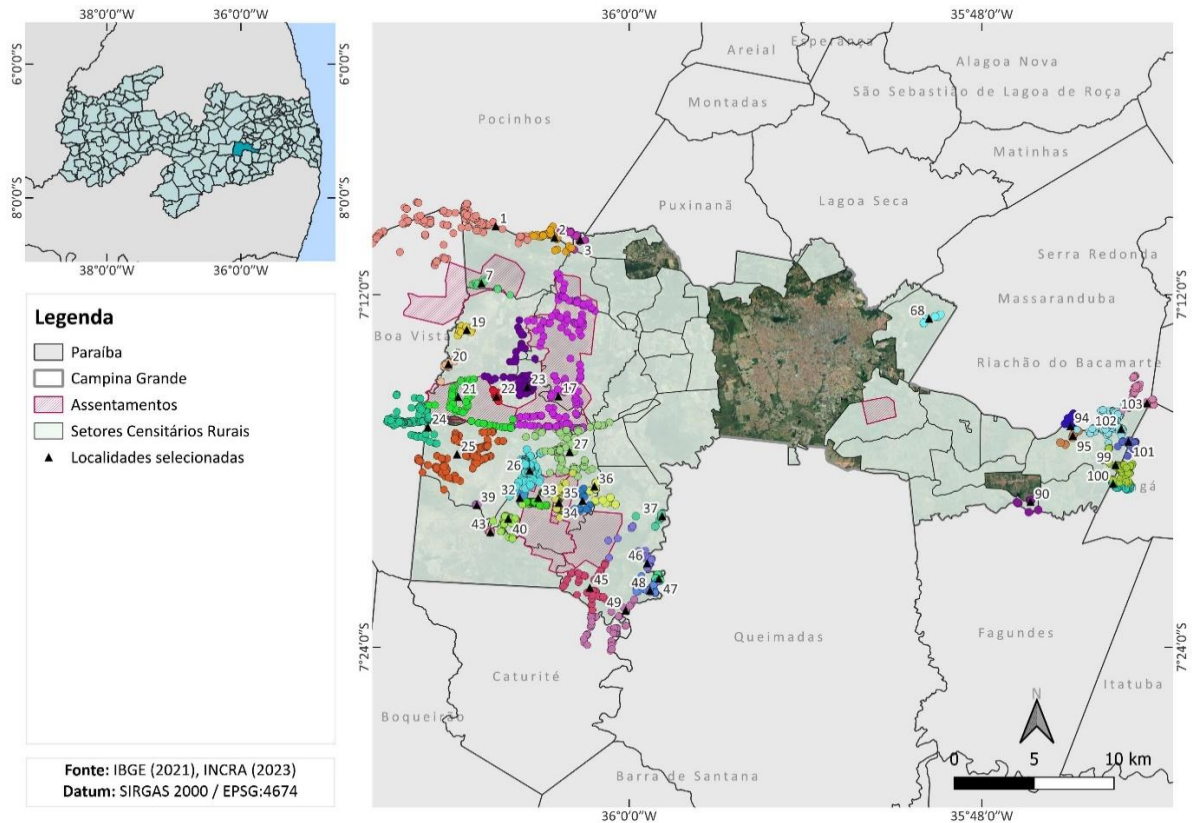
4.3.2. Domicílios

Na Figura 11 observa-se as localidades selecionadas para o estudo e a espacialização dos domicílios de cada uma. Foi identificado que algumas localidades se encontravam em áreas de fronteira com outros municípios, tendo parte de domicílios localizados fora do território de Campina Grande, que ainda assim foram considerados, já que se pretende utilizar o critério de “número de domicílios” e de “distância média entre domicílios” para ranquear as comunidades.

As localidades rurais situadas em áreas de fronteira entre municípios enfrentam desafios particulares para obter acesso a serviços básicos, como o saneamento. A indefinição de limites e responsabilidades administrativas pode criar situações em que nenhum município assume plenamente o compromisso com a prestação desses serviços. Isso leva a uma lacuna de

atendimento, agravando as condições de vida da população local, que depende de soluções coletivas e suporte governamental (Agência Brasil, 2024).

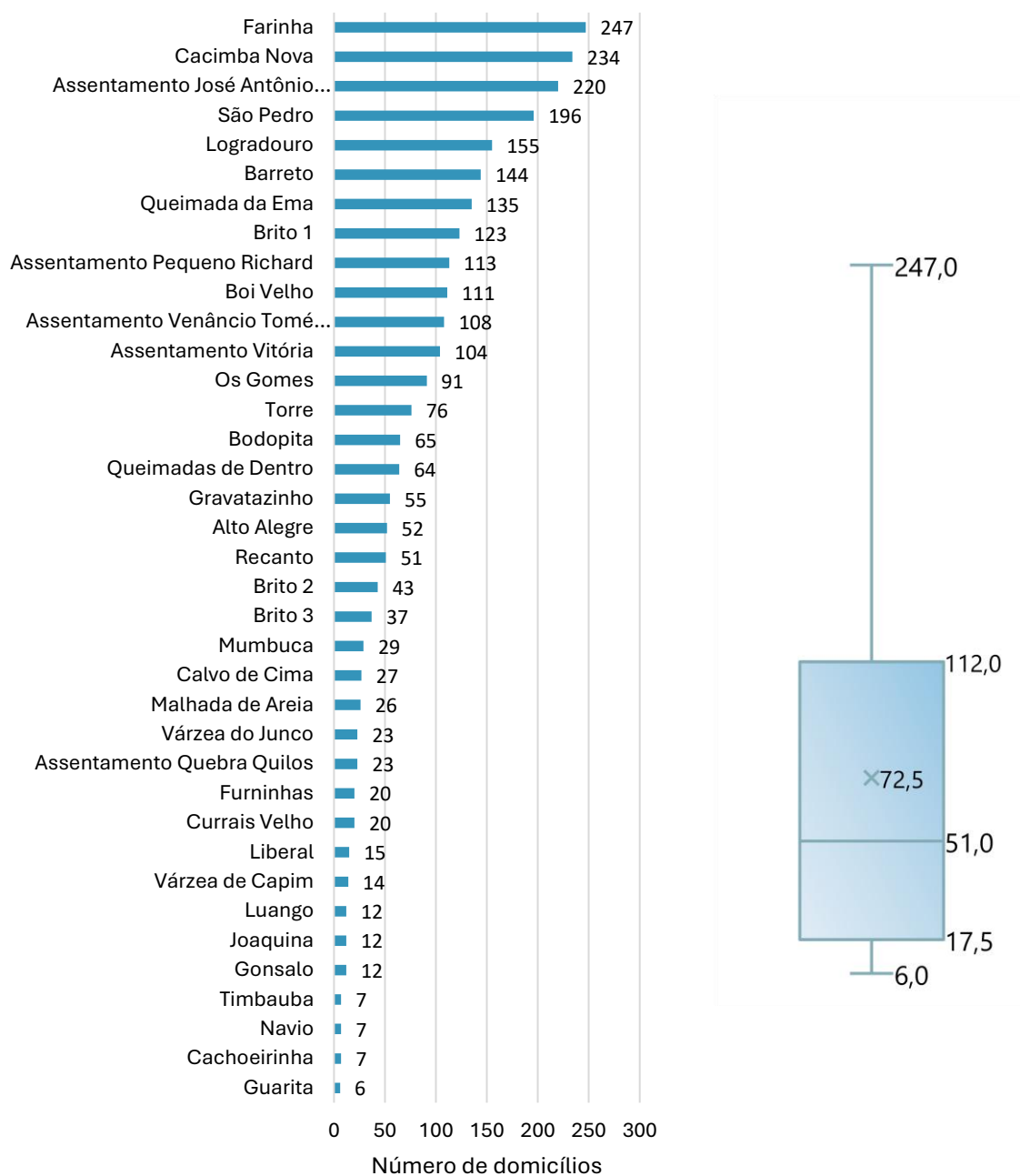
Figura 11. Localidades selecionadas para o estudo e domicílios correspondentes



1 - Farinha, 2 - Gravatazinho, 3 - Mumbuca, 7 - Assentamento Quebra Quilos, 17 - Assentamento José Antônio Eufrazino, 19 - Furninhas, 20 - Várzea do Junco, 21 - Assentamento Pequeno Richard, 22 - Malhada de Areia, 23 - Boi Velho, 24 - Cacimba Nova, 25 - São Pedro, 26 - Queimada da Ema, 27 - Logradouro, 32 - Gonsalo, 33 - Assentamento Venancio Tome de Araujo, 34 - Assentamento Vitória, 35 - Currais Velho, 36 - Várzea de Capim, 37 - Cachoeirinha, 39 - Navio, 40 - Alto Alegre, 43 - Guarita, 45 - Queimadas de Dentro, 46 - Calvo de Cima, 47 - Os Gomes, 48 - Recanto, 49 - Bodopita, 68 - Timbauba, 90 - Joaquina, 94 - Liberal, 95 - Luango, 99 - Brito, 100 - Brito 2, 101 - Brito 3, 102 - Barreto, 103 - Torre.

Fonte: autoria própria (2024).

Através do gráfico da Figura 12 se observa o número de domicílios de cada localidade. A fim de determinar o número mínimo de domicílios para a instalação de SAA isolados, foi utilizado a análise exploratória da amplitude interquartil, a partir do uso de gráficos *boxplot*. Foi encontrado o valor de 18 que corresponde ao limite do 1º quartil (ou seja, 25% das localidades têm até 18 domicílios). Dessa maneira, as localidades de Guarita a Liberal não serão consideradas no estudo por terem um número muito baixo de domicílios. A próxima localidade da lista é Currais Velho que contém 20 domicílios, que será o valor considerado mínimo para ser classificado no *ranking*.

Figura 12. Número de domicílios das localidades selecionadas

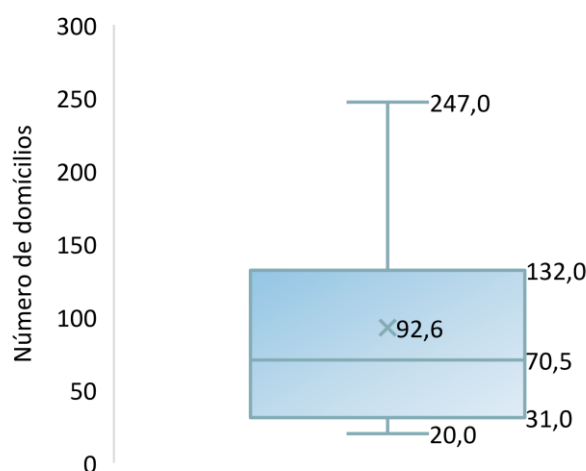
Fonte: autoria própria (2024).

Vale ressaltar que a análise posterior de viabilidade técnica e econômico-financeira para instalação do SAA, pode mostrar que esse número não seja possível na realidade do município de Campina Grande, logo a junção entre localidades vizinhas parcial ou completamente podem se mostrar como uma alternativa para a instalação de um sistema em conjunto, aumentando assim o número de domicílios a serem atendidos, e consequentemente o nível de prioridade.

Porém, o valor escolhido está condizente com o utilizado pela SANEPAR, que faz o processo de instalação de sistemas em comunidades a partir de 20 ligações domiciliares, o que mostra que a aplicação é possível na realidade dos municípios paranaenses (SANEPAR, 2023). Já para o SISAR (2021) o limite é maior, onde tem de haver no mínimo 70 famílias. O Pró-Rural cita localidades de pequeno porte, que de acordo com a Lei nº 11.445/2007 correspondem a “vilas, aglomerados rurais, povoados, núcleos, lugarejos e aldeias”, que tenham população entre 50 e 1.500 habitantes. Porém, ao observar o critério de amplitude populacional, é definido que a localidade tem que ter no mínimo 250 ligações, valor conflitante com o dito anteriormente (CESAN, 2020).

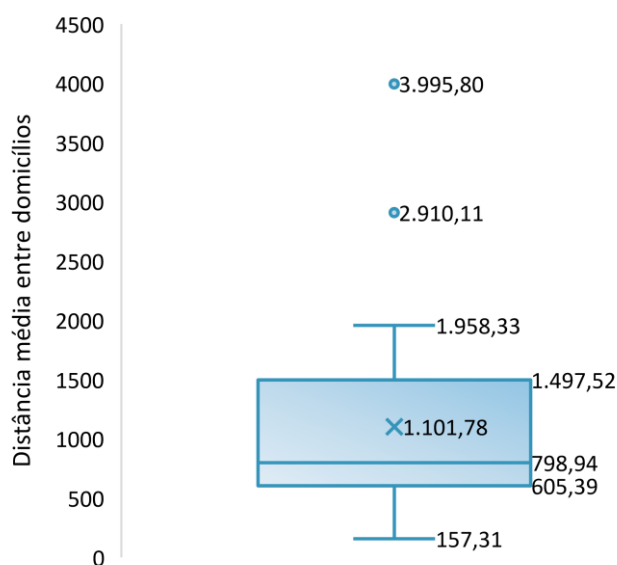
A fim de estabelecer os intervalos de prioridade para o *ranking*, foi realizado um novo gráfico *boxplot* com a quantidade de domicílios das localidades restantes, o que resultou na faixa de baixa prioridade de 20 a 30 domicílios, média prioridade de 31 a 70, alta prioridade de 71 a 132, e muito alta prioridade acima de 133 domicílios (Figura 13).

Figura 13. Gráfico *boxplot* para definição de intervalos de prioridade para o critério de domicílios



Fonte: autoria própria (2024).

Para o critério de proximidade entre os domicílios, entende-se que quanto mais próximas as casas, é facilitado o processo de instalação das redes. Foi calculada a distância média entre os domicílios para cada localidade. Em seguida foi elaborado o gráfico *boxplot* para categorização, o que resultou em: prioridade muito alta a distância média até 600 metros, prioridade alta de 601 a 800 metros, prioridade média de 801 a 1.500 metros, e prioridade baixa acima de 1.500 metros (Figura 14).

Figura 14. Gráfico *boxplot* da distância média entre domicílios

Fonte: autoria própria (2024).

O 1º quartil do gráfico que corresponde a 25% das comunidades, já tem um valor alto de distância média, quando comparado ao exigido por outros programas. O Pró-rural (2020) e o SANEPAR Rural (2023) estabelecem diretrizes quanto a aglomeração das residências, onde o primeiro deixa claro a necessidade de um núcleo onde as residências tenham preferencialmente até 80 metros de distância entre elas, e o segundo estabelece que a extensão da rede de distribuição por ligação domiciliar não deve exceder 350 m.

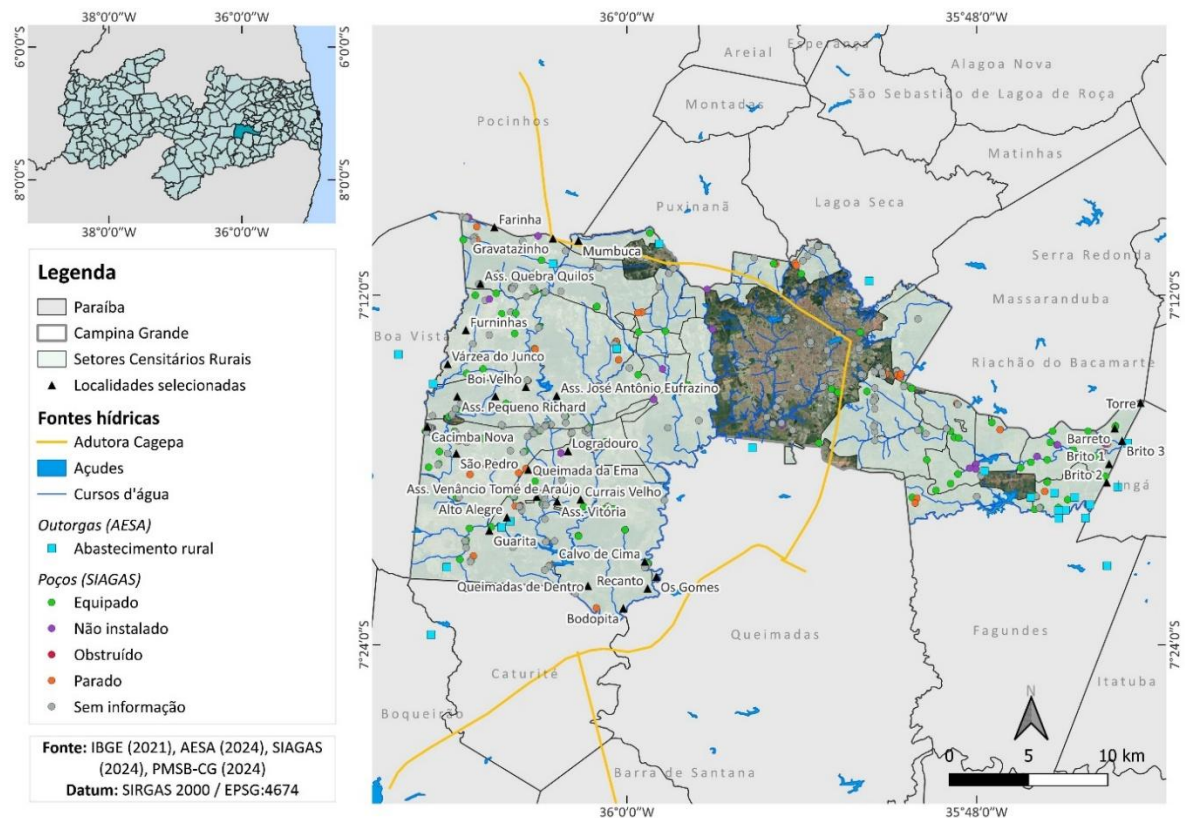
É uma realidade comum nas áreas rurais, a ocorrência de longas distâncias entre as residências, o que é uma das dificuldades para a instalação de SAA devido ao aumento de custos com rede. Como apontado por Santana Junior e Pedreiro (2023), na elaboração do projeto de rede de abastecimento é necessário definir o trajeto dos condutos, delimitar as zonas de pressões e perímetro da área a ser provida, fixar o volume dos reservatórios, dimensionar os condutos, instrumentos e acessórios. Estabelecer que a pressão dinâmica mínima nas tubulações seja 10 mca e a pressão máxima de 50 mca, devido à relação ao custo de instalação, operação e qualidade do serviço.

Diante disso, a escolha de locais em que são observados núcleos de aglomerações como no Assentamento Vitória (uma das localidades do estudo), se mostram como opções oportunas. Porém, esses núcleos não incluem todos os domicílios que fazem parte da localidade, e essas residências mais distantes acabam por elevar o valor da distância média. Portanto no processo do estudo para a instalação dos SAA, pode ser observado a possibilidade de o sistema não englobar inicialmente todos os domicílios de uma comunidade.

4.3.3. Disponibilidade hídrica

Na Figura 15 tem-se as fontes hídricas encontradas no município. Campina Grande, localizada no agreste paraibano, é cortada por diversos rios de pequeno porte, como o Rio do Cruzeiro, o Rio Ingá e o Rio Surrão. No entanto, devido à sua limitada vazão e à qualidade da água, esses rios não são utilizados para o abastecimento público de água potável (InfoSanbas, 2024). Os rios de Campina Grande foram enquadrados como Classe 3 ou Sem Classe, que se referem aos de baixa qualidade, de acordo com informações disponibilizadas pela AESA (2013).

Figura 15. Fontes hídricas disponíveis no município de Campina Grande-PB



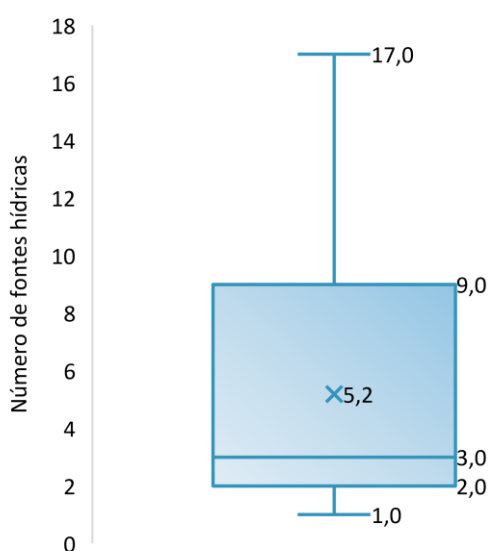
Fonte: autoria própria (2024).

Na zona rural de Campina Grande, os açudes desempenham um papel crucial no suporte às atividades agropecuárias, fornecendo água para irrigação e dessedentação animal. Porém essas águas não são utilizadas para abastecimento humano (PMSB-CG, 2024). Para os poços cadastrados no SIAGAS, foram desconsiderados para o cálculo os classificados como secos. Os demais tipos foram mantidos, considerando que modificações podem ser feitas para equipar os que estão parados, obstruídos ou não instalados. Já para os dados disponibilizados pela AESA, foi considerado no estudo as outorgas para abastecimento rural como fontes hídricas

possíveis. Por fim foi analisado ainda a possibilidade do uso da água vinda da Adutora que faz parte do sistema da CAGEPA que corta o município de Campina Grande.

Diante disso, para cada comunidade foi quantificado as opções de fontes hídricas que se limitaram ao uso de poços ou da adutora. Foi identificado através do mapa quantas opções existiam na área de cada comunidade. O gráfico *boxplot* para categorização da quantidade de fontes hídricas disponíveis, resultou em: baixa prioridade 1 fonte disponível, média prioridade de 2 a 3, alta prioridade de 4 a 9, e muito alta prioridade acima de 9 (Figura 16).

Figura 16. Gráfico *boxplot* da disponibilidade de fontes hídricas em cada localidade



Fonte: autoria própria (2024).

A quantificação de opções foi considerada um fator positivo no processo de priorização, para facilitar o processo de escolha da fonte hídrica em uma fase posterior, que deve levar em consideração ainda outros fatores como a qualidade da água, distância as residências e vazão disponível, critérios que não foram possíveis quantificar no decorrer dessa pesquisa.

No SANEPAR Rural (2023), quando o município solicita parceria para a instalação de um sistema, deve indicar a fonte de abastecimento a ser utilizada e apresentar o teste de vazão e bombeamento e uma análise da qualidade da água de acordo com as normas estabelecidas pela Portaria de consolidação GM/MS n.º 5, alterada pela Portaria GM/MS n.º 888. Essa análise deve incluir os seguintes parâmetros: Coliformes Totais e E. coli, pH, Antimônio, Arsênio, Bário, Cádmi, Chumbo, Cobre, Cromo, Fluoreto, Mercúrio Total, Níquel, Nitrato, Nitrito, Selênio, Alumínio, Amônia (como N), Cloreto, Cor aparente, Dureza total, Ferro, Gosto e Odor, Manganês, Sódio, Sólidos dissolvidos totais, Sulfato, Sulfeto de hidrogênio, Turbidez e Zinco.

As bases de dados consultadas para a realização da presente pesquisa não apresentavam tais informações quanto a vazão e qualidade da água. Ressalta-se que diante da possibilidade de obtenção de informações quanto aos parâmetros de qualidade da água, esse critério poderia ser usado para o processo de priorização.

Para isso pode-se utilizar o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água e incluem: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (PNQA, 2024). Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação da qualidade da água segundo o IQA

Faixas de IQA utilizadas nos estados de: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos estados de: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: PNQA (2024).

Para a comparação entre comunidades, foram priorizadas aquelas que tem a fonte hídrica com vazão suficiente com melhor qualidade e que tivesse menor distância aos domicílios.

4.3.4. Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)

A rede de atendimento à saúde do município dispõe de 143 infraestruturas, que estão distribuídas em sete distritos de saúde, compreendendo hospitais, públicos e privados, policlínicas, Unidades Básicas de Saúde (UBS), Unidade de Pronto Atendimento (UPA), Centro de Atenção psicossocial (CAPS) e demais serviços. Na zona rural, o serviço é prestado essencialmente por meio das UBS e para acessar outras especialidades, é necessário se deslocar para a zona urbana.

De acordo com informações do DATASUS, em 2013 foram registradas cerca de 654 internações por 100 mil habitantes por DRSAI. Passados uma década, em 2023 foram

registradas apenas 67 internações por 100 mil habitantes por DRSAI, compreendendo uma redução de 89,75%, inclusive o ano de 2023 registrou o menor número de internações dor DRSAI no município.

Na Tabela 5 tem-se o número de internações por localidade rural que foram obtidos a partir dos relatórios do DataSUS, para os casos de Chikunguya, Dengue, Esquistossomose, Hepatites Virais e Zika de janeiro de 2023 a agosto de 2024. Porém, foi observado que na maioria das inscrições não foi inserida a informação de localidade do paciente, já que em 110 inscrições, a localidade foi descrita apenas como “zona rural” e 1.843 foi deixado em branco, não sendo possível identificar a localidade (que podem ser ainda da área urbana). Das comunidades selecionadas para o estudo, apenas Alto Alegre e Barreto constam na lista.

Tabela 5. Número de internações de DRSAI de janeiro/2023 a agosto/2024 em Campina Grande

Distrito	Localidade	Chikungu nya	Dengue	Esquistosso mose	Hepatites Virais	Zika	Total
Campina Grande	Lagoa De Dentro	1	1	0	0	3	5
	Ligeiro	9	29	0	0	9	47
	Nova Brasília	28	93	2	0	41	164
	Santa Cruz	0	43	1	1	20	65
	Sítio Marinho	0	0	0	0	1	1
	Samambaia	0	0	0	0	0	0
	Santo Izidro	0	2	0	0	0	2
	Vera Cruz	0	0	1	0	0	1
	Vila Cabral	8	35	0	1	15	59
Catolé de Boa Vista	Alto Alegre	1	0	0	0	0	1
	Católé	10	231	2	0	88	331
	Sítio Estreito	0	0	0	0	1	1
Galante	Galante	21	65	0	0	30	116
	Liberal	0	1	0	0	0	1
	Barreto	1	0	0	0	0	1
	Laranjeira	1	1	0	0	0	2
	Santana	0	1	0	0	0	1
São José da Mata	São José da Mata	14	90	0	2	33	139
	Serrotão	32	98	2	2	54	188
	Bosque	0	1	0	0	0	1
	Lucas	0	1	0	0	0	1
	Tambor	4	2	0	1	18	25
Zona Rural		20	32	0	6	52	110
Sem definição		1631	185	0	2	25	1843

Fonte: DataSUS (2024).

Só foi identificado a notificação de um caso de DRSAl em duas comunidades selecionadas para o estudo: Alto Alegre e Barreto. Diante disso as comunidades que tiveram notificações foram classificadas com alta prioridade, e as que não tiveram com baixa prioridade. É essencial que sejam feitas melhorias no processo de cadastro de informações durante internações de moradores de áreas rurais nas unidades de saúde, para que esses dados possam ser utilizados em diversos tipos de análises, como nesse caso, um critério de priorização.

Diversos trabalhos encontrados na literatura descrevem a relação entre a presença de doenças infecciosas e parasitárias com o saneamento inadequado, o que ressalta a importância de investigar esse dado. Aguiar *et al.* (2020) em estudo na Amazônia brasileira verificou que os estados do norte do Brasil têm deficiência nos serviços de saneamento ambiental e elevado número de internações por DRSAl. Arouca *et al.* (2020) fizeram uma análise socioespacial de Dengue e Hepatite com indicadores de saneamento e renda em municípios fluminenses e Dall’Agnol (2020) fez um panorama da prevalência de DRSAl em municípios do Rio Grande do Sul. O critério de saúde não é utilizado em outros programas como SISAR (2021), SANEPAR Rural (2023) e Pró-Rural (2020), o que pode ser justificado pela dificuldade na obtenção de dados.

4.3.5. Organização social

O Mapa das Organizações da Sociedade Civil, ou simplesmente Mapa das OSC, é uma plataforma virtual de transparência pública colaborativa com dados das OSCs de todo o Brasil (MOSC, 2024). Foi realizada uma busca em toda a base de dados para identificar a existência de OSCs em cada localidade rural em estudo. Para efeito de classificação, foi considerada a situação cadastral da OSC pelo Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) junto à Receita Federal, conforme Quadro 13.

Quadro 13. Tipos de situação das organizações da sociedade civil junto a Receita Federal

Situação Cadastral	Descrição
Ativa	Aquela que está em dia com suas obrigações fiscais e legais e operando ativamente.
Inapta	Aquela que for omissa quanto ao cumprimento de obrigações acessórias.
Baixada	Aquela que teve seu cadastro encerrado.
Inexistente	Aquela que não possui cadastro.

Receita Federal Brasileira (2022).

O Quadro 14 apresenta as OSC das localidades em estudo encontradas, com o nome completo, situação cadastral e data de abertura.

Quadro 14. Organizações da sociedade civil das localidades selecionadas

Localidade	Organização da Sociedade Civil	Situação	Abertura
Alto Alegre	-	Inexistente	-
Ass. José Antônio Eufrazino	Associação dos Trabalhadores Rurais do Assentamento Jose Antônio Eufrazino I- ATRAJAE Campina Grande PB	Inapta	29/09/2003
Ass. Pequeno Richard	Associação dos Trab. Rurais Do Assent. Pequeno Richard	Ativa	10/01/2019
Ass. Quebra Quilos	Associação dos Agricultores e Agricultoras do Assentamento Quebra Quilos	Ativa	09/03/2000
Ass. Venâncio Tomé de Araújo	Associação dos Moradores do Assentamento Venancio Tome de Araújo	Inapta	07/02/2011
Assentamento Vitória	Associação dos Moradores Do Assentamento Vitoria - AMAV	Ativa	21/01/2000
Barreto	Associação dos Moradores do Sitio Barreto do Distrito de Galante	Inapta	02/05/2001
Bodopita	Associação dos Produtores Rurais De Bodopita (APRB)	Ativa	17/05/2021
Boi Velho, Logradouro	Associação para Desenv da Agric Fam dos St Boi Velho Cachoeir Cat. de Boa Vista Estr Lograd Lucas Mont Aleg Queim Ema Quix e Salg - ADAGRIFAM	Ativa	17/05/2021
Brito 1	Associação dos Pequenos Produtores Rurais do Sitio Brito	Ativa	10/01/2019
Brito 2	-	Inexistente	-
Brito 3	-	Inexistente	-
Cacimba Nova	Associação Rural Comunitária o Sitio Cacimba Nova	Baixada	14/02/2001
Calvo de Cima	Associação dos Produtores Rurais de Queimadas de Dentro e Calvo de Cima	Baixada	08/07/2004
Currais Velho	Associação Rural do Sitio Currais Velho	Baixada	15/05/2001
Farinha	Associação Comunitária Rural da Farinha e Adjacências	Baixada	06/05/2004
Furninhas	-	Inexistente	-
Gravatazinho	-	Inexistente	-
Malhada de Areia	-	Inexistente	-
Mumbuca	-	Inexistente	-
Os Gomes	-	Inexistente	-
Queimada da Ema	Associação de Pequenos Produtores Rurais do Sitio Queimada da Ema e Adjacências Vizinhas	Inapta	09/11/1999
Queimadas de Dentro	Associação dos Produtores Rurais de Queimadas de Dentro e Calvo de Cima	Baixada	08/07/2004
Recanto	Sociedade de Amigos de Malhada Grande Recanto e Calvo	Ativa	19/07/2000
São Pedro	Associação dos Pequenos Produtores Rurais do Sitio São Pedro Distrito de Catolé	Baixada	09/03/2001
Torre	Associação dos Agricultores e Agricultoras Familiar do Sitio Torre	Ativa	06/10/2020
Várzea do Junco	-	Inexistente	-

Adaptado de MOSC (2024) e Receita Federal (2024).

As localidades que possuem algum tipo de organização social ativa foram classificadas com muito alta prioridade, as que estão inaptas com alta prioridade, baixada teve média prioridade e as que não possuem nenhum tipo de organização social tiveram baixa prioridade. Ressalta-se que diante da possibilidade de identificar previamente quais comunidades tem interesse em aderir ao modelo de gestão, esse critério também pode ser utilizado para seleção das comunidades.

Em termos de organização social, o Sisar (2021) já estabelece previamente como critério de seleção a existência da associação comunitária e o propósito dela de se afiliar ao modelo de gestão Sisar. No Pró-rural (2020) a criação da associação é um passo obrigatório após firmado o contrato com o município, onde a comunidade deve se organizar em Associação ou Comitê Gestor que será responsável pela gestão do sistema. O SANEPAR Rural (2023) também tem como responsabilidade do município após firmado o contrato estabelecer a Associação dos Moradores da comunidade local, que terá a responsabilidade de cuidar e realizar a manutenção do sistema de abastecimento de água implantado.

A necessidade da participação da comunidade como um todo durante todas as etapas de implementação e operação do serviço de abastecimento de água é comprovado na literatura científica como um aspecto determinante para o sucesso de sistemas de gestão compartilhada. Como apontado por Ambuehl *et al.* (2021) a participação da comunidade pode ajudar na durabilidade da infraestrutura do sistema de água, e segundo Mangai e De Vries (2018) é necessário envolver os cidadãos por meio da coprodução para ajudar na sustentabilidade do sistema. Associações de água devem organizar mobilizações de recursos para auxiliar nas operações do sistema, como manutenção, reparo e atualizações. Integrar a comunidade e instituições de suporte promove o sucesso nessas questões (Sutton, 2017).

Numa revisão de literatura realizada por Machado, Oliveira e Matos (2022), a partir de 86 artigos analisados, os autores concluíram que as estratégias que afetavam a sustentabilidade a longo prazo de diversos sistemas de abastecimento com gestão comunitária incluíam ações para a promoção do envolvimento efetivo da comunidade em todas as fases do processo de implantação do sistema e o suporte pós-construção.

Destaca-se que o modelo proposto se refere ao de gestão compartilhada, que como elencado por Hutchings *et al.* (2015), vai além do modelo clássico gestão comunitária, que considera que haja suporte extensivo a longo prazo, com uma colaboração bipartida que envolva investimentos em instituições de apoio e um compromisso sério das agências externas. Essa abordagem integrada, reconhece a importância de um relacionamento duradouro e pragmático

entre a comunidade e o governo, assegurando a provisão adequada e resiliente dos serviços de água.

4.3.6. Ambiente

Para o estudo de características do ambiente foram consideradas duas variáveis: o relevo e o tipo de solo. Inicialmente falando sobre o relevo, foi considerada a classificação utilizada pela EMBRAPA (1999), que é apresentada no Quadro 15. Para cada tipo de relevo foi descrita a facilidade de instalação dos SAA, considerando que áreas muito acidentadas podem necessitar a instalação de bombeamento que encarece os custos do projeto. A escolha de áreas planas não apenas simplifica a instalação, mas também reduz significativamente os custos relacionados a terraplanagem e manutenção. Por outro lado, áreas com declividades mais acentuadas podem demandar uso de bombas mais potentes, sistemas de proteção contra erosão e maior cuidado com drenagem.

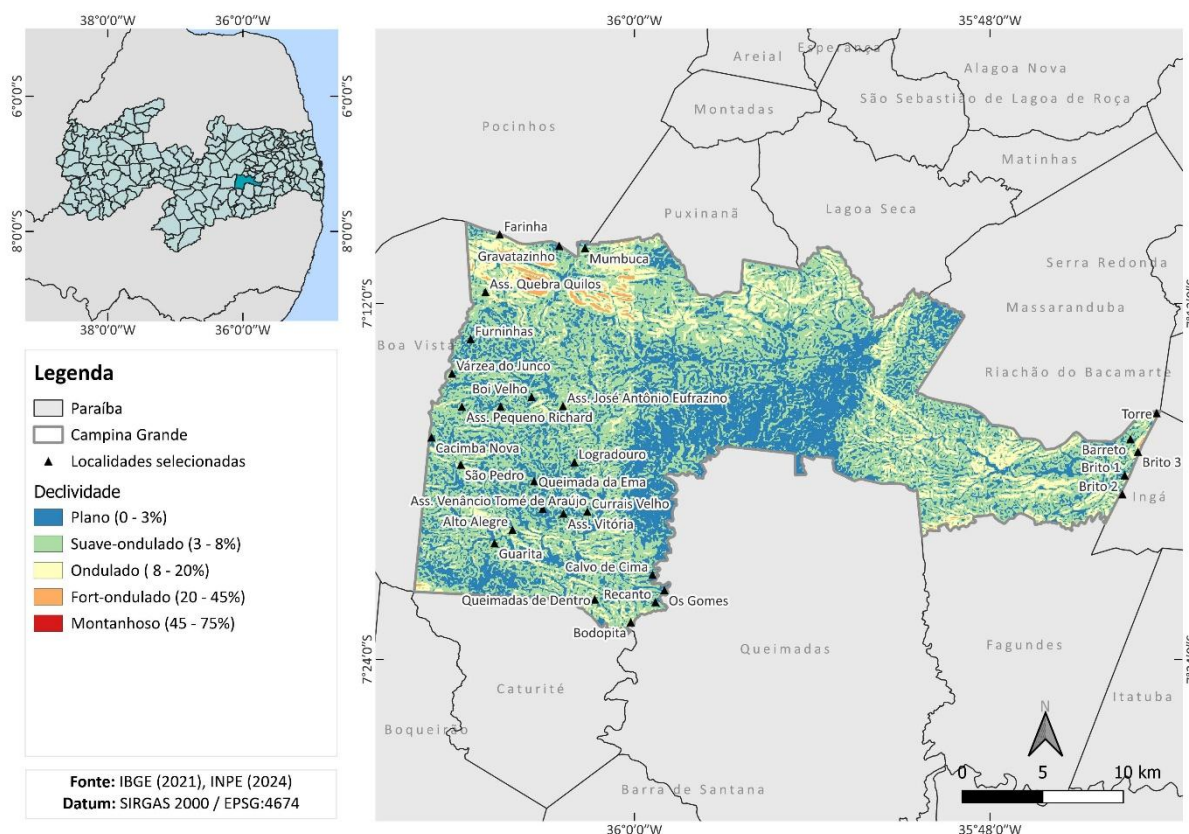
Quadro 15. Classificação do tipo de relevo

Classe	Tipo de Relevo	Declividade (%)	Facilidade para Instalação de SAA
1	Plano	0 - 3%	Ideal para instalação, construção e manutenção fáceis, com menor necessidade de bombeamento e terraplanagem.
2	Suave-ondulado	3 - 8%	Favorável, com poucas adaptações necessárias para evitar erosão e garantir estabilidade.
3	Ondulado	8 - 20%	Requer cuidados adicionais com estabilização e pode demandar uso de bombas para superar variações de elevação.
4	Forte-ondulado	20 - 45%	Construção mais complexa, com riscos maiores de erosão e necessidade de obras de contenção.
5	Montanhoso	45 - 75%	Exige soluções técnicas avançadas, uso intensivo de bombeamento e obras de estabilização.
6	Forte-montanhoso	> 75%	Extremamente desfavorável, com necessidade de técnicas especializadas e altos custos.

Fonte: Autoria própria (2024).

Na Figura 17 se observa a declividade do solo do município de Campina Grande. A categoria Forte-montanhoso não foi observada no município. Todas as localidades consideradas nesse estudo se encontravam em áreas planas a onduladas. Logo, para categorização de pontuação do *ranking*, foi classificado da seguinte forma: os que estão em áreas planas (classe 1) tem muito alta prioridade, de classe 1 a 2 com alta prioridade, somente classe 2 com média prioridade e classes 2 a 3 com baixa prioridade.

Figura 17. Mapa de declividade do município de Campina Grande-PB

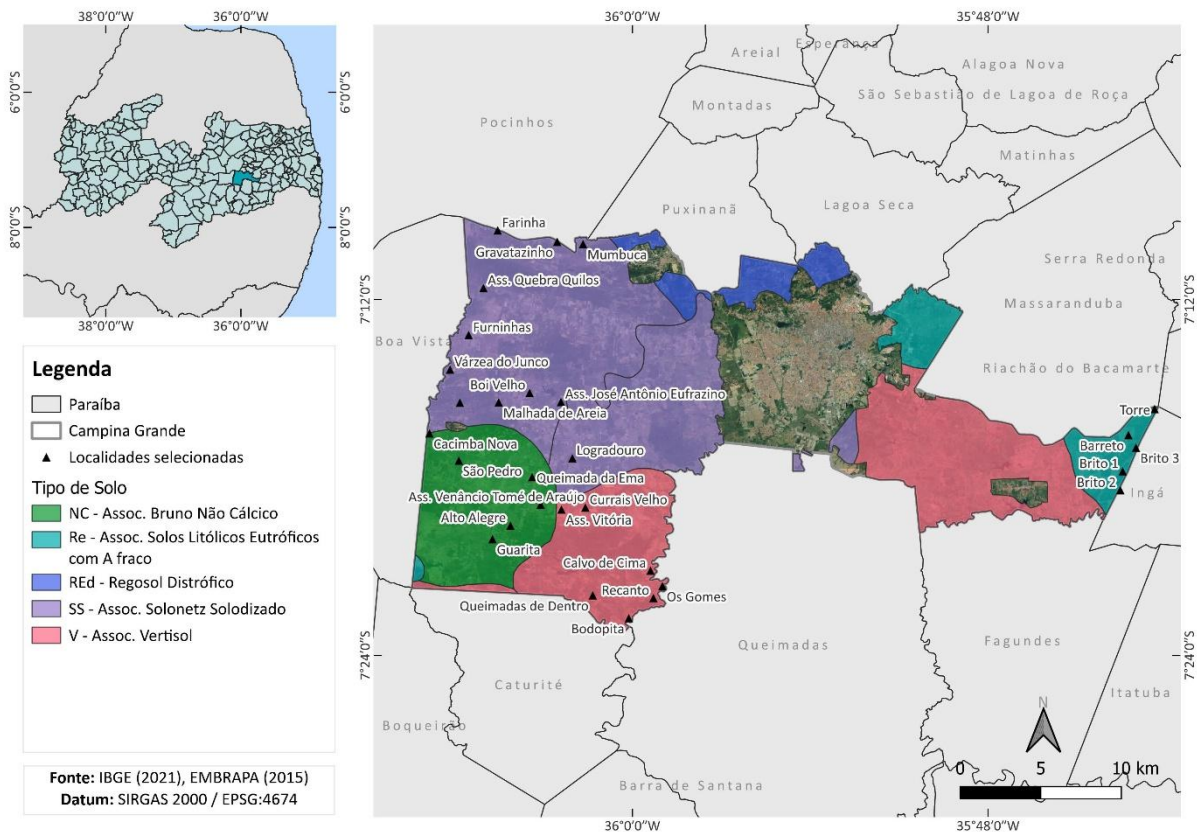


Fonte: autoria própria (2024).

Já em relação ao tipo de solo, na Figura 18 tem-se os tipos de solo encontrados em Campina Grande de acordo com estudo realizado pela EMBRAPA (2015). Para cada tipo de solo foi descrita a facilidade de instalação dos SAA, considerado que durante o processo é necessário fazer escavações para instalar as redes, a construção do reservatório e da ETA. No Quadro 16 é listado as características de cada solo quanto a textura, que varia de areia média a grossa a muito argilosa.

Dentro da classificação textural existem três grupos principais de classes conhecidas, sendo estas: solos arenosos, francos e argilosos; sendo que em cada grupo coexistem as classes texturais específicas, que totalizam 13 classes texturais. Estas classes fornecem uma ideia da distribuição do tamanho de partículas e indicam o comportamento das propriedades físicas do solo (BRADY; WEIL, 2013).

Figura 18. Tipo de solo do município de Campina Grande-PB



Fonte: autoria própria (2024).

Quadro 16. Classificação do tipo de solo quanto a textura

Classe	Tipo de Solo	Textura	Facilidade para escavação
1	Assoc. Solos Litólicos Eutróficos com A fraco	Areia média a grossa	Solos rasos, geralmente de textura média a arenosa, que podem ser escavados com relativa facilidade.
2	Assoc. Bruno Não Cálxico	Franco-arenosa a franco-argilosa	Solos de textura mais fina, com certa coesão, mas ainda mais fáceis de escavar do que outros solos mais compactos.
3	Assoc. Solonetz Solodizado	Argilosa	Solos com alta concentração de sódio, que pode tornar a escavação mais difícil devido à sua compactação e baixa permeabilidade.
4	Assoc. Vertisol	Muito argilosa	Solos com alto teor de argila expansiva, extremamente coesos e difíceis de escavar, especialmente quando secos.

Fonte: autoria própria (2024).

As localidades localizadas nas áreas com tipo de solo 1, tem muito alta prioridade, devido a maior facilidade para escavação e instalação dos sistemas. Os de tipo 2 tem alta prioridade, os de tipo 3 tem média prioridade e o tipo 4 tem baixa prioridade.

4.4. Definição dos pesos dos critérios de priorização

A partir dos critérios normalizados na mesma escala de baixa (valor 1), média (valor 2), alta (valor 3) e muito alta (valor 4) prioridade, o próximo passo foi definir o grau de importância relativo de cada critério, utilizando o método do processo hierárquico analítico (AHP), através da ferramenta *on-line* AHP-OS (GOPEL, 2018).

Para isso, um questionário *on-line* (Apêndice A) foi submetido a especialistas na área de saneamento básico, profissionais que trabalharam na elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) dos municípios participantes do TED FUNASA/UFCG nº 003/2019. A pesquisa foi submetida ao comitê de ética em pesquisas que envolvem seres humanos (CEP) do Hospital Universitário Alcides Carneiro da Universidade Federal de Campina Grande (HUAC/UFCG). A submissão ao CEP foi realizada por meio da Plataforma Brasil, sistema governamental que controla, registra e protocola as informações da pesquisa, sendo devidamente aprovada sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 81792124.8.0000.5182.

A partir das respostas obtidas (apenas 4 especialistas, engenheiros civis, responderam ao questionário), foi definida a matriz de comparação paritária referente aos critérios e calculados os autovetores, que são obtidos de modo aproximado através da média aritmética de cada critério, e indicadas sua prioridade global, conforme apresentados na Tabela 6.

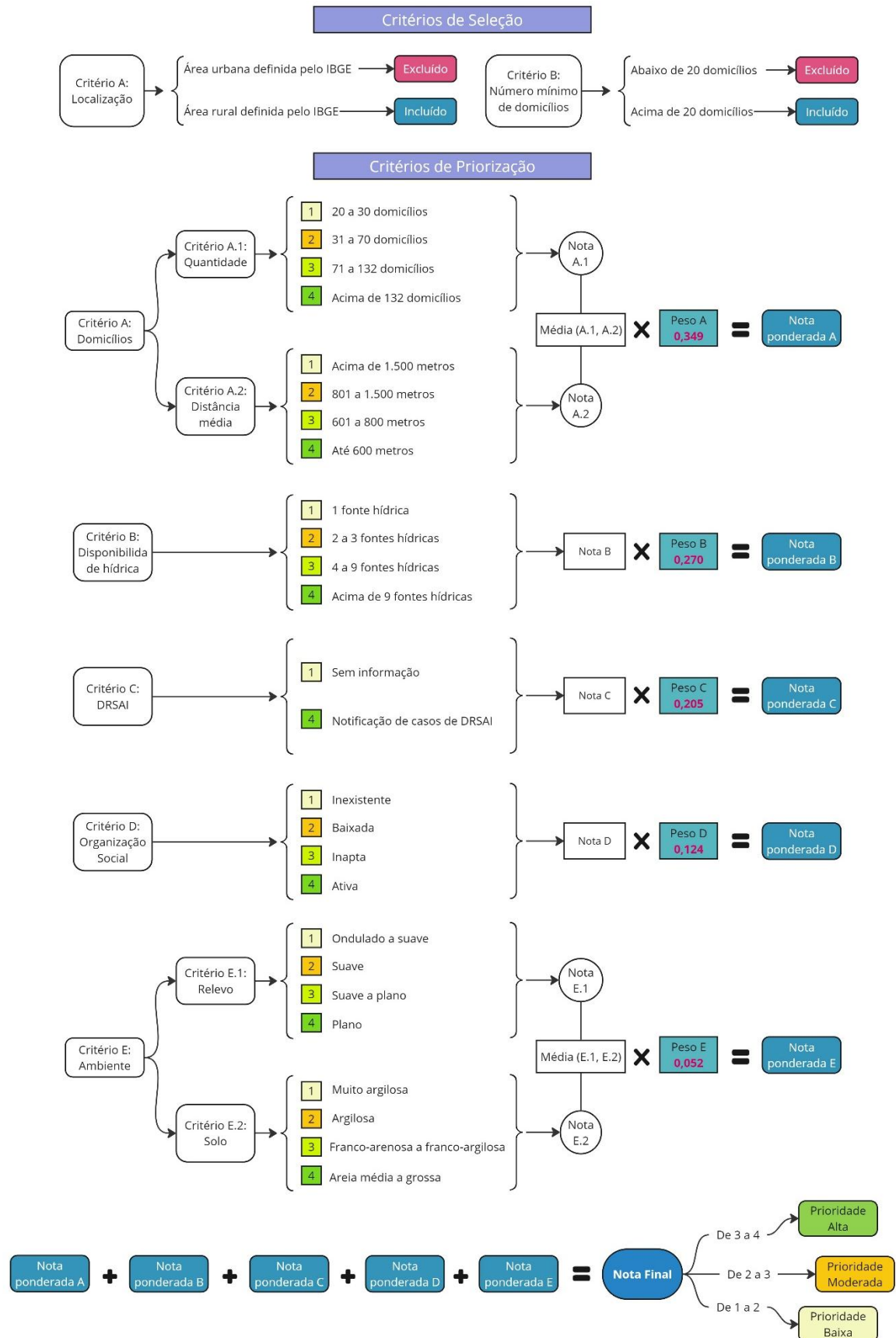
Tabela 6. Prioridade de cada critério

Critério	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Média
Domicílios	56,6%	42,1%	13,9%	27,2%	34,9%
Disponibilidade hídrica	22,5%	27,1%	6,0%	52,2%	27,0%
DRSAI	12,3%	8,5%	57,5%	3,8%	20,5%
Organização social	5,4%	19,0%	19,4%	5,9%	12,4%
Ambiente	3,2%	3,3%	3,3%	10,9%	5,2%

Autoria própria (2024).

Salienta-se que para verificação da confiabilidade e consistência dos dados, o método da AHP conta com o cálculo a razão de consistência (RC) como indicado no tópico 3.3.4, e para a avaliação de cada especialista foi obtido um valor de RC menor que 0,10, que indica que os julgamentos foram acurados, de acordo com o estabelecido na metodologia de Saaty (1990). A Figura 19 apresenta um resumo do modelo de hierarquização elaborado.

Figura 19. Modelo de hierarquização para implantar sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais



Fonte: Autoria própria (2024).

O modelo de seleção e priorização de comunidades para instalação de SAA com gestão compartilhada desenvolvido nessa pesquisa é baseado em 6 critérios específicos: localização, domicílios (quantidade e distância entre eles), disponibilidade hídrica, presença de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI), organização social e características ambientais (tipo de solo e relevo). A primeira fase que corresponde a seleção, utiliza regras de exclusão e inclusão, que selecionam comunidades localizadas em áreas rurais, e com no mínimo 20 domicílios.

A segunda fase corresponde a priorização entre comunidades. São atribuídas notas de 1 a 4 para cada critério/subcritério, ponderadas de acordo com pesos que foram definidos pelo método AHP. A soma das notas ponderadas resulta em uma classificação final que identifica a prioridade das localidades (alta, moderada ou baixa).

O método AHP se mostrou eficiente para determinar o peso de cada critério avaliado no modelo com o apoio de especialistas na área de saneamento. O método AHP é amplamente utilizado em trabalhos de construção de hierarquias e definição de prioridades relacionados a área de saneamento e abastecimento de água. Raid *et al.* (2022) o utilizaram para avaliar diferentes modelos de prestação de serviços de abastecimento de água para comunidades rurais no Brasil. Tedesco, Oliveira e Trojan (2021) utilizaram a metodologia multicritério para proposição de um modelo de avaliação da vulnerabilidade ao risco de contaminação por meio de informações de poços que fornecem água para o abastecimento público, destacando-se as áreas mais impactadas pela ação antropogênica.

Os critérios de localização, domicílios, disponibilidade hídrica e organização social escolhidos são comuns aos utilizados pelos programas do SISAR (2021), SANEPAR Rural (2023) e Pró-Rural (2020), com variação nos parâmetros, que foram adaptados à realidade de Campina Grande a partir da coleta de dados. Domicílios e disponibilidade hídrica foram considerados os mais representativos no processo de hierarquização, contando com 61,9% do peso na decisão, de acordo com os especialistas consultados. A organização social, teve apenas 12,4% de peso no processo de hierarquização, o que se justifica pelo fato de que mesmo que a comunidade não tenha uma organização social ativa, ou esteja inapta, esse não é um critério excludente para o desenvolvimento da ação, já que pode ser realizado um processo de engajamento e conscientização do grupo, para que este participe. Como citado no tópico 4.3.5, é de suma importância a participação popular para o sucesso dos projetos.

O critério de presença de DRSAI, considerado o 3º mais importante de acordo com a consulta a especialistas, com um peso de 20,5%, não é utilizado por nenhum dos programas

citados, o que se justifica pela dificuldade na coleta desses dados, como identificado durante o decorrer da pesquisa. Já os critérios ambientais de tipo de solo e relevo também não são utilizados pelos demais programas, e foram uma adição a metodologia desenvolvida, ainda que contem com o menor peso na hierarquização, de 5,2%.

Um outro projeto que tem como uma das fases de seu desenvolvimento o uso de critérios de elegibilidade para participação das comunidades, é o Projeto de Saneamento Rural de Pernambuco – PROSAR/PE, que tem como objetivo melhorar e ampliar o serviço sustentável e seguro de água e esgoto para a população rural do Estado de Pernambuco. O marco de gestão ambiental e social preliminar (Pernambuco, 2023) apresenta que o projeto dará foco nas áreas onde já existam Sisar instituídos, ou em fase de implantação. Das 7.243 comunidades que existem cadastradas na Plataforma de Saneamento Rural do estado, foram selecionadas: i) as que não são atendidas por sistemas de abastecimento de água ou carros-pipa; ii) as que se localizam nas áreas abrangidas pelos Sisar Moxotó, Alto Pajeú, Sertão Central/Araripe, Sertão do São Francisco; Agreste Central e Mata Sul e iii) as que não estão com obras de abastecimento de água em andamento. Restaram então 3.775 comunidades, das quais foram selecionadas ainda as comunidades com base em: i) o porte e localização das comunidades, uma faixa que varia de 80 a 1.500 famílias; e ii) a disponibilidade de mananciais seguros para suprimento delas. Por fim sobraram 255 comunidades, para as quais de fato pretendem elaborar anteprojetos e respectivos estudo de viabilidade. Na sequência, a partir dos resultados dos estudos serão priorizadas as comunidades que receberão de fato obras através do PROSAR/PE.

Observa-se que o processo desenvolvido pelo PROSAR/PE poderia utilizar outros critérios para elaborar uma hierarquização preliminar para as 255 comunidades, que ajudasse na escolha de quais comunidades terão seus estudos de viabilidade feitos primeiro, já que para esse estudo mais aprofundado são necessárias visitas técnicas a comunidade, testes de qualidade da água e nível de vazão, ensaios de solo, reuniões com a população, entre outros, o que necessitaria muitos recursos para fazer em todas as comunidades ao mesmo tempo.

O modelo proposto nesse trabalho define faixas de classificação e pontuações para criar um processo de hierarquização sequencial, de modo a ter um *ranking* definido, e ter de fato uma ordem de comunidades para realizar o estudo de viabilidade aprofundado, em contrapartida aos programas como o PROSAR/PE, SANEPAR Rural e Pró-Rural, que tem somente critérios de seleção e exclusão, sem contar com uma priorização entre as comunidades selecionadas. Já o SISAR, apesar de contar com alguns critérios de priorização, como maior número de famílias

e municípios com menor IDH por exemplo, não estabelece o peso de cada critério, dificultando a comparação entre eles.

Em relação a outros trabalhos que propuseram modelos para priorização de projetos em saneamento, Pinto *et al.* (2022) propuseram um índice de hierarquização para priorização de ações governamentais em saneamento básico nas áreas rurais do estado de São Paulo, porém era uma comparação entre municípios, e não entre comunidades. Para isso fizeram um levantamento de 41 indicadores relacionados a: i) condições ambientais, sanitárias e de saúde ambiental; ii) condições socioeconômicas; e iii) condições de gestão, fiscais e orçamentárias gerais. Posteriormente a partir de discussões com especialistas na área de saneamento rural, reduziram os indicadores a 7, para criar um Índice de Hierarquização, utilizando a soma simples dos indicadores.

No modelo desenvolvido no presente trabalho, resultou-se que 2 critérios (domicílios e disponibilidade hídrica) dos 5 elencados tinham a maior representatividade no processo de priorização na visão dos especialistas, porém com a utilização de modelos de apoio à decisão multicritério como o método AHP, os 3 critérios restantes não precisam ser excluídos, e somente tem sua representatividade diminuída através de pesos menores, ainda assim tendo sua importância já que ajudam no processo de desempate.

O manual operativo do programa de saneamento rural da bacia hidrográfica do Rio Pará – MG (2023), apresenta um conjunto de fatores a serem levados em consideração como critérios de priorização para o processo de seleção dos futuros beneficiários no âmbito do saneamento rural para o eixo de esgotamento sanitário. Como em outros programas, é feito um processo seletivo onde as localidades/municípios se inscrevem e é avaliado o atendimento aos critérios estabelecidos, que correspondem a critérios i) socioeconômicos: IDH e PIB; ii) sanitários: cobertura de serviços de esgotamento sanitários, percentual de domicílios sem banheiro e ocorrência de internações por doenças infecciosas e parasitárias; e iii) de governança e controle social: existência de associação local legalmente instituída, existência de sistema *web* de informações sobre saneamento implantado no município e existência de fundo municipal destinado ao fomento ao saneamento básico.

Observa-se que é comum a combinação de critérios que se referem ao município como um todo e de critérios que podem ser identificados para as localidades rurais específicas. Apesar dos indicadores municipais terem diferenças na comparação entre municípios considerados projetos de âmbito estadual, para a priorização de comunidades de um único município, os critérios específicos para diferenciar as comunidades são imprescindíveis.

4.5. Ranking das comunidades rurais

Na Tabela 7 tem-se o *ranking* das comunidades rurais mais viáveis para instalação de sistemas de abastecimento de água com gestão compartilhada em Campina Grande, com base nos critérios estabelecidos e na análise da situação atual.

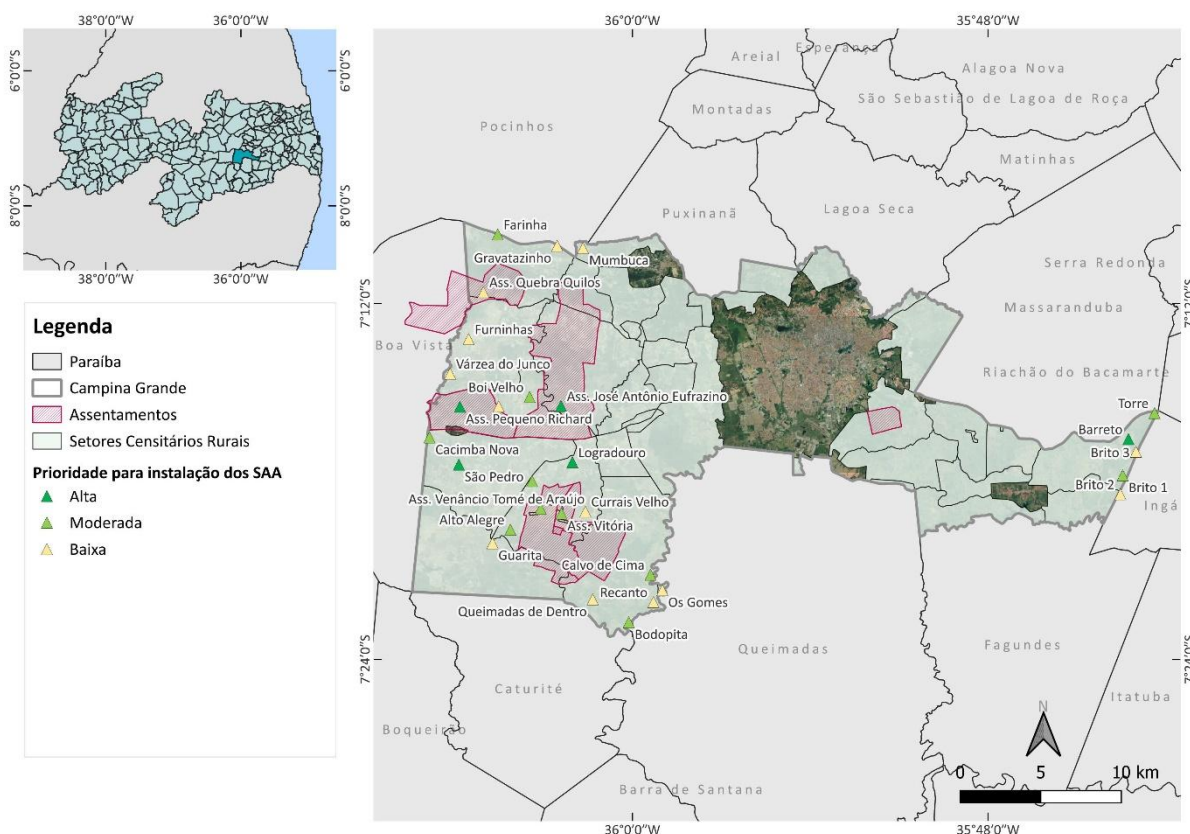
Tabela 7. Ranking de comunidades para instalação de SAA rurais

Ranking	Localidade	Pontuação	Prioridade
1º	Barreto	3,41	Alta
2º	Logradouro	3,31	Alta
3º	Assentamento José Antônio Eufrazino	3,18	Alta
4º	Assentamento Pequeno Richard	3,13	Alta
5º	São Pedro	3,09	Alta
6º	Cacimba Nova	2,88	Moderada
7º	Boi Velho	2,86	Moderada
8º	Farinha	2,79	Moderada
9º	Brito 1	2,69	Moderada
10º	Assentamento Venâncio Tomé de Araújo	2,69	Moderada
11º	Assentamento Vitória	2,49	Moderada
12º	Torre	2,47	Moderada
13º	Bodopita	2,39	Moderada
14º	Alto Alegre	2,29	Moderada
15º	Calvo de Cima	2,07	Moderada
16º	Queimada da Ema	2,05	Moderada
17º	Queimadas de Dentro	1,97	Baixa
18º	Assentamento Quebra Quilos	1,94	Baixa
19º	Gravatzinho	1,87	Baixa
20º	Recanto	1,77	Baixa
21º	Mumbuca	1,55	Baixa
22º	Brito 2	1,52	Baixa
23º	Brito 3	1,52	Baixa
24º	Os Gomes	1,40	Baixa
25º	Furninhas	1,37	Baixa
26º	Currais Velho	1,35	Baixa
27º	Várzea do Junco	1,35	Baixa
28º	Malhada de Areia	1,08	Baixa

Fonte: Autoria própria (2024).

O mapa com as localidades selecionadas para o estudo classificadas quanto a prioridade na hierarquização, é apresentado na Figura 20.

Figura 20. Priorização das comunidades rurais para instalação de SAA em Campina Grande



Fonte: Autoria própria (2024).

O Sítio Barreto que obteve a maior pontuação do estudo (3,41), se localiza no extremo leste do município, e tem 144 domicílios, sendo que parte desses estão além do limite municipal no município de Massaranduba. Atualmente o abastecimento de água se dá por meio de cisternas abastecidas por Carro-pipa do Exército e da Prefeitura Municipal.

O Sítio Logradouro (3,31) localizada a aproximadamente 15 km da sede municipal, tem 155 domicílios e o abastecimento se dá da mesma forma que em Barreto, além de um Dessalinizador que existe na região. A comunidade enfrenta ainda outros problemas relacionados ao saneamento básico, pois devido à proximidade ao aterro sanitário municipal, os odores intensos de gás liberado pela decomposição dos resíduos é uma das principais reclamações das famílias que vivem nos arredores (PMSB-CG, 2024).

Os Assentamentos José Antônio Eufrazino (3,18) e Pequeno Richard (3,13) também foram classificados com alta prioridade. O assentamento José Antônio Eufrazino, criado em 17 de agosto de 2001, destaca-se por sua extensão territorial de 2.983,02 ha, sendo o maior entre os assentamentos existentes em Campina Grande. Inicialmente projetado para 101 famílias, o assentamento experimentou um significativo crescimento populacional, contando atualmente

com 220 domicílios. Já o Pequeno Richard, criado em 26 de outubro de 2006, tem 113 domicílios. Nos dois assentamentos o abastecimento de água se dá por meio de cisternas abastecidas por Carro-pipa do Exército e da Prefeitura Municipal.

O Sítio São Pedro (3,09) localizado no extremo oeste do município, foi a última localidade classificada com alta prioridade no ranking, contém 196 domicílios e a forma de abastecimento é da mesma forma que os anteriores.

Foram classificadas com prioridade moderada 11 localidades, com uma pontuação variando de 2,88 a 2,05, dentre as quais se incluem os assentamentos Venancio Tomé de Araújo e Vitória. As 12 localidades restantes foram classificadas no intervalo de baixa prioridade, com pontuação de 1,97 a 1,08.

A metodologia produzida para a hierarquização das comunidades é apenas o primeiro passo no processo de desenvolvimento de um modelo de gestão de saneamento rural para a instalação de sistemas de abastecimento de água com gestão compartilhada com as comunidades. A possibilidade de reproduzir um projeto em Campina Grande/Estado da Paraíba tal qual a de outros estados brasileiros, envolve ainda outras etapas. Como proposto por Ribeiro (2019) a construção de um modelo de gestão passa pelas fases de elaboração de estrutura organizacional, observando o fortalecimento e capacitação das associações comunitárias e dos moradores rurais; diagnóstico; proposição de ações; hierarquização das ações; implementação das ações e treinamento das comunidades/moradores para gestão dos sistemas. Ressalta-se ainda, que para assegurar a provisão adequada e resiliente dos serviços de água, é fundamental adotar uma abordagem integrada, que envolve suporte extensivo a longo prazo, com colaboração dos entes governamentais e instituições de apoio.

Deve-se considerar que as localidades de Açude de Dentro e Paus Brancos, que já possuem um sistema de abastecimento isolado, porém sem tratamento adequado da água, devem ter prioridade máxima diante do desenvolvimento de um modelo de gestão, para instalação de sistema de tratamento da água e testagem de modelo de gestão, considerando que já possuem a infraestrutura de captação e distribuição de água.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o objetivo de desenvolver um modelo de hierarquização para implantar sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais foi atingido. Essa ferramenta pode ser utilizada pelos gestores locais para tomarem decisões informadas sobre investimentos em infraestrutura de abastecimento de água em áreas rurais. O diagnóstico realizado identificou 7 quadros diferentes de abastecimento rural em Campina Grande. O método do processo hierárquico analítico (AHP) se mostrou um método eficiente na determinação dos critérios mais relevantes para selecionar as áreas prioritárias para instalação de sistemas de abastecimento de água, utilizando a comparação par a par. Foram identificadas e ranqueadas 28 comunidades rurais para a instalação de SAA em Campina Grande, onde 43% têm baixa prioridade, 39% têm moderada prioridade e 18% têm alta prioridade.

Em relação as limitações da pesquisa, a falta de dados foi um fator restritivo. Para o critério de saúde, muitos relatórios não contavam com a informação quanto a localidade dos pacientes, e somente duas das comunidades ranqueadas tiveram nota nessa avaliação, logo as outras comunidades foram ranqueadas igualmente quanto a esse quesito, o que pode não ser o caso na realidade. Já para o critério de disponibilidade hídrica foi possível fazer somente um estudo preliminar quanto a maior possibilidade de opções, e informações quanto a quantidade e qualidade da água devem ser obtidas num estudo de viabilidade técnica mais aprofundado nas comunidades inicialmente escolhidas para o desenvolvimento de futuras ações.

Como contribuição para trabalhos futuros espera-se que o modelo possa ser reproduzido para outros municípios de características semelhantes, e que outros parâmetros como a qualidade da água possam ser testados, diante da disponibilidade de dados. Adicionalmente estudos das fases seguintes do processo de instalação de SAA com gestão compartilhada podem ser realizados, como a escolha do tipo de tratamento de água dos sistemas e elaboração de modelos de gestão definindo as responsabilidades das partes envolvidas.

A pesquisa sobre saneamento rural e estudos que abordam modelos de gestão participativa, tecnologias apropriadas e estratégias de sustentabilidade são essenciais para embasar políticas públicas eficazes e fortalecer a capacidade local de gestão. A presente dissertação contribui para o avanço do saneamento rural ao propor um modelo de priorização voltado para a implantação de sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABATE, Alexandre Antonio; SILVA, Augusto Marques. Os sistemas de abastecimento e de tratamento de água de Pacaembu-SP. **Revista Geografia em Atos**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 10–26, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.35416/geoatos.2022>. Acesso em: 14 nov. 2024.
- AGÊNCIA BRASIL. Países vizinhos afetam eleição municipal nas fronteiras do Brasil. **Agência Brasil**, 02 de outubro de 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2024-09/paises-vizinhos-afetam-eleicao-municipal-nas-fronteiras-do-brasil>. Acesso em: 13 de dezembro de 2024.
- AGUIAR, E. S. de .; RIBEIRO, M. . M. .; VIANA, J. . H. .; PONTES, A. N. . Diseases related to inadequate environmental sanitation and socioeconomic indicators in the Brazilian Amazon. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. e771997302, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7302>. Acesso em: 29 fev. 2025.
- ALVES, Francisco Glauber César; ARAÚJO, Flávia Telis de Vilela. Sistemas de abastecimento em comunidades rurais do semiárido: a implantação do SISAR em Cristais, Cascavel, CE. **Revista Tecnologia**, [s. l.], v. 37, n. 1/2, p. 78–86, 2016. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/5695>. Acesso em: 29 out. 2024.
- ALVES, Junea Jesus Lisboa *et al.* Governança da água e Políticas de Gestão: o caso do comitê da bacia hidrográfica do rio das Velhas. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. e0111325890, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25890>. Acesso em: 29 out. 2024.
- ALVES, Lucas Magalhães Carneiro; QUINDELER, Norbertho da Silveira; MACHADO, Anna Virgínia Muniz. Avaliação do serviço de abastecimento de água de mata fria, conceição do castelo – ES e possíveis intervenções. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 5, n. 11, p. 26417–26428, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-275>. Acesso em: 26 out. 2024.
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Progestão**, 2022. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2024.
- ARAÚJO, Elizandra Perez *et al.* Indicators of water supply and water transmission diseases in Eastern Amazonian municipalities. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 26, n. 6, p.

1059–1068, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200179>. Acesso em: 26 out. 2024.

AREAL, Patrícia Valéria Vaz. **Novo marco legal do saneamento básico: uma análise a partir das concessões dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário realizados nos estados de Alagoas, Amapá e Rio de Janeiro**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação e Monitoramento de Políticas Públicas) - Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2023.

ARMANDO, Milagre Jacinto; KÜHN, Daniela Dias. A relação entre a governança das águas e o desenvolvimento rural: um resgate teórico. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 9, n. 21, p. 529–544, 2022.

AZEVEDO, Marcia. Experiências do saneamento rural Espírito Santo Pró-Rural/CESAN. **VII Seminário Nacional de Saneamento Rural**, Vitória, ES, Brasil, 10–13 nov. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Resolução ANA nº 153, de 26 de abril de 2023. Institui o "Pacto pela Governança da Água", coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e desenvolvido em parceria com as Unidades da Federação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2023/153>. Acesso em: 6 jun. 2024.

BRASIL. Constituição de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 7 jun. 2024.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Brasília: Funasa, 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural: Análise Situacional do Saneamento Rural no Brasil**. 1. ed., v. 2. Brasília: Funasa, 2021.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. 1. ed. Brasília: Funasa, 2019.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**: Brasília, Brasil, 8 jan. 2007. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020.

BRASIL. Lei nº 5.318, de 26 de setembro de 1967. Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1967.

BRASIL. Lei nº 9.433/1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico** - Brasília: Ministério das Cidades, 2011. 2ª edição. 152 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: Ministério das Cidades, 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). **Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico** / coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília: Editora, 2009. 239 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Documento em revisão submetido à apreciação dos Conselhos Nacionais de Saúde, Recursos Hídricos e Meio Ambiente**. [S. l.: s. n.], 2019.

BRESNIHAN, P. HESSE, A. State and community enterprise: negotiating water management in rural Ireland. Chapter 9 in **The Handbook of Diverse Economies**. Edward Elgar Publishing: 2020, p. 90-97. Disponível em: https://econpapers.repec.org/bookchap/elgeechap/18372_5f9.htm. Acesso em: 26 jun. 2024.

BURITI, C. O.; BARBOSA, H. A. **Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformaram o Semiárido brasileiro?** São Paulo: Chiado books, 2018.

CAMPINA GRANDE. **Lei nº 7.199, de 04 de junho de 2019**. Campina Grande, 4 jun. 2019.

CANCO, Irina; KRUJA, Drita; IANCU, Tiberiu. AHP, a Reliable Method for Quality Decision Making: A Case Study in Business. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 24, p. 13932, 2021.

CARDOSO, V. M.; TAVARES, B. DE S. C.; SILVA, A. S. Saneamento Ambiental e Saúde na Amazônia Brasileira . **Rebena - Revista Brasileira De Ensino E Aprendizagem**, 6, 312–323, 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/115>

CASTRO, César Nunes de; CEREZINI, Monise Terra. **TD 2875 - Saneamento rural no Brasil: a universalização é possível?** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2023.

CAVAZZANI, Guilherme Azzolini; DA SILVA, Regina Oliveira. Indicadores e replicabilidade de tecnologias sociais para captação de água na Amazônia. **Terceira Margem Amazônia**, [s. l.], v. 9, n. 21, p. 75–90, 2023.

CEARÁ. Programa Águas do Sertão. **Nota Metodológica de Pré-Seleção das Comunidades**, 2021. Disponível em: <http://sistemas.cidades.ce.gov.br/pas/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

CEARÁ. **Sistema Integrado de Saneamento Rural beneficia 35% da população rural do Ceará**, 2020. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2020/01/29/sistema-integrado-de-saneamento-rural-transforma-realidade-do-sertao/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

CELLA, Daltro; QUEDA, Oriowaldo; FERRANTE, Vera Lúcia Silveira Botta. A definição do espaço rural como local para o desenvolvimento territorial. **Revista Retratos de Assentamentos**, [s. l.], v. 22, n. 1, 2019.

CENTRAL. **Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento**. Disponível em: <https://www.centraldeassociacoes.com.br/a-central>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento. **Política de saneamento para localidades de pequeno porte**, 2020. Disponível em: https://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2023/01/Politica_Saneamento_Localidades_Pequeno_Porte.pdf. Acesso em: 18 abr. 2024.

COOPERAR. **PB Rural Sustentável traz avanços para a zona rural em 2023**, 2023. Disponível em: <https://cooperar.pb.gov.br/noticias/pb-rural-sustentavel-traz-avancos-para-a-zona-rural-em-2023>. Acesso em: 06 mai. de 2024.

CRUZ, Izaclaudia Santana da *et al.* Estudo comparativo das condições de saneamento rural em municípios do norte e nordeste brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 8, p. 54988–54006, 2020.

CUNHA, Luis Henrique. Desigualdades nos padrões de acesso à água e limites da cidadania hídrica em comunidades rurais do semiárido. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 55, p. 99–116, 2020.

DAMKE, Taiara; PASINI, Fernando. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. **Revista Teccen.**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 08–15, 2020.

DINAMARCA. **Ministry of Environment. Drinking water**. Disponível em: <https://eng.mst.dk/water/drinking-water>. Acesso em: 26 jun. 2024.

DWQR. **Annual Report 2022**. Escócia: Drinking Water Quality Regulator for Scotland, 2023. Disponível em: <https://www.dwqr.scot/information/annual-report/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

EMPAER. **Missão do Banco Mundial se reúne com técnicos do Projeto Cooperar e discute nova etapa do PB Rural Sustentável**, 2023. Disponível em: <https://empaer.pb.gov.br/noticias/missao-do-banco-mundial-se-reune-com-tecnicos-do-projeto-cooperar-e-discute-nova-etapa-do-pb-rural-sustentavel-1>. Acesso em: 06 mai. de 2024.

EPA. **Annual Drinking Water Reports**. Environmental Protection Agency: Ireland, 2023. Disponível em: <https://www.epa.ie/publications/compliance--enforcement/drinking-water/annual-drinking-water-reports/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

FERRÃO, André Munhoz de Argollo; RANDO, Ayri Saraiva; BRAGA, Luci Merhy Martins. A Governança das Águas no Brasil: uma análise sobre o papel da universidade em redes e observatórios. **Redes**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 363–380, 2020.

FGV CERI. **Reformulação do Marco Legal do Saneamento no Brasil**. [S. l.: s. n.], 2022.

FIORVANTI, Maria Isabel Andrekowisk *et al.* Monitoramento e avaliação da qualidade da água de solução alternativa coletiva de abastecimento de escolas públicas do município de Itatiba, SP. **Vigilância Sanitária em Debate**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 122–133, 2020.

Foro de los Recursos Hídricos. **La gestión comunitaria del agua para consumo humano y el saneamiento en el Ecuador**: Diagnóstico y propuestas; Foro Nacional de Recursos Hídricos: Quito, Ecuador, 2013.

GOEPEL, K. D. Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, Vol. 10, 3 ed., p. 469-487, 2018.

GONTIJO, Hebert Medeiros; RAMOS, Alisson Martins; ÂNGELO, Francisco Almeida. Saneamento rural: uma abordagem da comunidade de Amadeu Lacerda, Divinópolis, Minas Gerais. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. e141932530, 2020.

GONZAGA, J. T.; ALBUQUERQUE JUNIOR, E. C.; TORRE, E. A. Contribuição social do exército brasileiro na distribuição de água potável na região semiárida do nordeste brasileiro: estudo de caso no município de Frei Martinho. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 576-595, jan/mar. 2020.

HUTCHINGS, Paul *et al.* **A systematic review of success factors in the community management of rural water supplies over the past 30 years**. [S. l.]: IWA Publishing, 2015.

IAS – Instituto Água e Saneamento. **Entenda o marco legal do saneamento**, 2023. Disponível em: <https://marcolegal.aguaesaneamento.org.br/entenda-o-marco-legal/>. Acesso em: 15 de abr. de 2024.

IAS. **Saneamento 2020: presente, passado e possibilidades de futuro para o Brasil**. São Paulo: Instituto Água e Saneamento, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/universo-caracteristicas-dos-domicilios>. Acesso em: 27 fev. 2024.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: notas metodológicas n. 04/2024**: Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos – CNEFE. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102091>. Acesso em: 05 set. 2024.

IBGE. **Atlas de saneamento: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia e Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101885>. Acesso em: 7 abr. 2024.

IBGE. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação**. 11. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2017.

IBGE. **Proposta metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2023.

ICICT/FioCruz. **Água Brasil**, 2010. Disponível em:

<https://www.aguabrasil.icict.fiocruz.br/index.php>. Acesso em: 10 de abr. 2024.

IPEA. **Programa de consolidação do pacto nacional pela gestão de águas (1º ciclo) Estado da Paraíba**. [S. l.: s. n.], 2017.

IWMI. **Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute, 2007.

JAFFEE, Daniel. **Enclosing Water: Privatization, Commodification, and Access**. In: *The Cambridge Handbook of Environmental Sociology*. [S. l.]: Cambridge University Press, 2020. p. 303–323.

JIMÉNEZ, Alejandro *et al.* Unpacking Water Governance: A Framework for Practitioners. **Water**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 827, 2020.

KAGEYAMA, Angela. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 379-408, 2004.

KUWAJIMA, Julio Issao *et al.* TD 2614 - Saneamento no Brasil: proposta de priorização do investimento público. **Texto para Discussão**, [s. l.], p. 1–68, 2020.

LAWSON, Elizabeth *et al.* Challenges and opportunities for decentralised water technologies in Scotland. **Water Policy**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 189–205, 2024.

LEITE, Andréa Ferreira; SOUSA, Cidoval Moraes; SILVA, José Irivaldo Alves de Oliveira. Acesso e governança da água no semiárido brasileiro: um estudo em comunidades rurais do Estado da Paraíba. **Iberografias 45 - Novas fronteiras, outros diálogos: As novas geografias dos países de língua portuguesa**, [s. l.], n. 1, 2023.

LEITE, Sergio Pereira. Ruralidades, enfoque territorial e políticas públicas diferenciadas para o desenvolvimento rural brasileiro: uma agenda perdida? **Estudos Sociedade e Agricultura**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 227–254, 2020.

LIN, Li; YANG, Haoran; XU, Xiaocang. **Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review**. [S. l.]: Frontiers Media S.A., 2022.

MACHADO, A.V.M. *et al.* Contributions of organizational levels in community management models of water supply in rural communities: Cases from Brazil and Ecuador. **Water (Switzerland)**, [s. l.], v. 11, n. 3, 2019.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito de acesso à água**. São Paulo. Malheiros, 2018.

MARIA, João Francisco Araújo. **Universalização do acesso à água para o combate à pobreza no Brasil**: Tecnologias, estratégias e políticas públicas. e-book Kindle, 2020.

MUREI, Arinao *et al.* Barriers to Water and Sanitation Safety Plans in Rural Areas of South Africa—A Case Study in the Vhembe District, Limpopo Province. **Water (Switzerland)**, [s. l.], v. 14, n. 8, 2022.

NFGWS. National Federation of Group Water Schemes. Disponível em: <https://nfgws.ie>. Acesso em: 26 jun. 2024.

NOHARA, Irene Patrícia; POSTAL JÚNIOR, Jairo. Perspectivas da gestão do saneamento básico no Brasil: prestação indireta e deficiências setoriais. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 380, 2018.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Princípios da OCDE para a Governança da Água, 2015. Disponível em: <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD-Principles-Water-portuguese.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2024.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Regional, rural and urban development**. Disponível em: <https://www.oecd.org/regional/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

OLIVEIRA, Alberto de. Market solutions and inequalities in sanitation services access in brazilian cities. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, [s. l.], v. 13, n. 4, 2018.

OLIVEIRA, Julimara de Souza Costa *et al.* Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. **Cadernos Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 217–224, 2017.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 9 abr. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Resolução A/RES/64/292**. Reconhecimento do direito humano à água potável e ao saneamento. Assembleia Geral das Nações Unidas, 2010. Disponível em: https://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml. Acesso em: 19 jun. 2024.

PAGANINI, Wanderley da Silva; BOCCHIGLIERI, Miriam Moreira. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, [s. l.], n. 128, p. 45–60, 2022.

PAGNOCCHESCHI, Bruno. **Governabilidade e governança das águas no Brasil**. In Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas / organizadora: Adriana Maria Magalhães de Moura. – Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9270>. Acesso em: 15 abr. 2024.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 34, n. 1, 2018.

PANDEY, P.C.; SHARMA, L.K.; NATHAWAT, M.S. Geospatial strategy for sustainable management of municipal solid waste for growing urban environment. **Environmental Monitoring and Assessment**. 2011, v. 184, p. 2419–2431.

PARAÍBA. **Lei nº 9.260, de 25 de novembro de 2010**. Institui princípios e estabelece diretrizes da política estadual de saneamento básico, autoriza e disciplina a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, estabelece os direitos e deveres dos usuários dos serviços de saneamento básico e dos seus prestadores, e dá outras providências. João Pessoa, 2010.

PASSOS, M. H. C. **Prestação do Serviço de Água por Meio da Autogestão: Um Estudo da Experiência da Central-Seabra na Bahia**. 2017. 73 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

PAZ, Mariana Gutierrez Arteiro da; FRACALANZA, Ana Paula. Social control in basic sanitation at Guarulhos (SP): the Municipal Council of Urban Policies. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 23, 2020.

PIMENTEL, Letícia. Desigualdades no acesso ao saneamento no Brasil: revisão bibliográfica e apontamentos para uma agenda de pesquisa futura. In: , 2023, São Paulo. **XIII Seminário Discente da Pós-Graduação em Ciência Política da USP**. São Paulo: [s. n.], 2023.

Disponível em: <https://sdpscp.fflch.usp.br>. Acesso em: 3 maio 2024.

PROTOS-CEDIR, Yakukamay. **Alianza Público-Comunitaria**: La experiencia desde el CENAGRAP; CENAGRAP/PROTOSCEDIR: Cañar, Ecuador, 2011.

PURIM, Mirela Thaise Malta; CAETANO, Fernando Domingues; MEIRA, Jeronimo Paulo da Cunha Pimentel de Pimentel. A anulação do perímetro urbano como instrumento técnico de planejamento urbano: a insustentabilidade das cidades brasileiras do Estado do Paraná. **Proceedings of 54th ISOCARP Congress**. Bodo: ISOCARP, 2018.

RAID, Marielle Aparecida *et al.* Modelos de prestação de serviços de abastecimento de água para comunidades rurais do Brasil: uma avaliação comparativa pelo método Analytic Hierarchy Process. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 795–803, 2022. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522022000400795&tlng=pt. Acesso em: 11 fev. 2024.

Receita Federal Brasileira. Instrução Normativa RFB nº 2119, de 06 de dezembro de 2022. Dispõe sobre o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica no âmbito da Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 188, 08 dez. 2022.

RESENDE, Rachel Germiniani; FERREIRA, Sindynara; FERNANDES, Luiz Flávio Reis. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2018.

RIBEIRO, Barbosa Natalia; JOHNSSON, Rosa Maria Formiga. Discussões sobre governança Da água: tendências e caminhos comuns. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 21, 2018.

RIBEIRO, N. R. S. **Condicionantes da presença de modelos de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: avaliação comparativa em oito municípios de Minas Gerais**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

RIBEIRO, T. O. **Elaboração de modelo de gestão para o saneamento rural em municípios de pequeno porte**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hídrica) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2022.

- RODRIGUES, Elyfas Allyjackson Morais *et al.* Rural Sanitation: Scenarios and Public Policies for the Brazilian Semi-Arid Region. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 14, n. 12, 2022.
- ROLAND, Nathalia *et al.* A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, [s. l.], v. 67, n. 220, p. 15–35, 2019.
- ROLAND, Nathalia; HELLER, Léo; REZENDE, Sonaly. O Projeto Nacional de Saneamento Rural (1985-1989) no Brasil: limites e potencialidades. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [s. l.], v. 24, n. 1, 2022.
- ROLSTON, Alec; LINNANE, Suzanne. Drinking water source protection for surface water abstractions: An overview of the group water scheme sector in the Republic of Ireland. **Water (Switzerland)**, [s. l.], v. 12, n. 9, 2020.
- ROMANO, Sarah T. Building Capacities for Sustainable Water Governance at the Grassroots: “Organic Empowerment” and Its Policy Implications in Nicaragua. **Society & Natural Resources**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 471–487, 2017.
- ROSA, Bruna Betim *et al.* Evolução do saneamento básico e a sua relação com a saúde pública Basic sanitation evolution and its relationship with public health. **J Health Sci Inst.**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 33–41, 2021.
- ROZA, Marcelo Ximenes Teles da; ARAÚJO, Jamile Amorim. Modelos associativistas de gestão de saneamento rural. **Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 125–149, 2020.
- RUSCH, I.L. A Experiência da Sanepar com Sistemas de Abastecimento de Água em Pequenas Comunidades Rurais. **VII Seminário Nacional de Saneamento Rural**, Vitória, ES, 10–13 nov. 2014.
- SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**. North Holland, 48, 9–26, 1990.
- SAATY, T. L. Método de Análise Hierárquica. São Paulo: Mcgraw-hill, Makron, 1991.
- SAMPAIO, Aldair Dias. **Universalização dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em localidades rurais: Um estudo a partir de quatro tipos de prestadores no Estado da Bahia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual Orientativo: Programa SANEPAR Rural**; SANEPAR: Curitiba, PR, Brasil, 2016.

SANEPAR. Programa Sanepar Rural. **Manual do Programa**, 2023. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/prefeituras/programa-sanepar-rural-0>. Acesso em: 20 abr. 2024.

SANEPAR. **Saneamento rural da Sanepar é referência para Funasa**, 2019. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Saneamento-rural-da-Sanepar-e-referencia-para-Funasa>. Acesso em: 07 abr. 2024.

SANTOS, F. F. S. *et al.* O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 241–251, 2018.

SANTOS, Gesmar Rosa dos; SANTANA, Adrielli Santos de. **TD 2601 -Gestão Comunitária da Água: soluções e dificuldades do saneamento rural no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Economica Aplicada - IPEA, 2020.

SANTOS, Mariana Rodrigues Ribeiro dos; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Deficiências e Desafios do Planejamento Territorial de Áreas Rurais no Brasil. **Revista Rural & Urbano**, [s. l.], v. 3, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/ruralurbano/article/view/241066>. Acesso em: 18 jun. 2024.

SANTOS, Solange Maria da Conceição *et al.* Saneamento Básico no Nordeste: Metas, Desafios e Investimentos. **Ciência Geográfica**, [s. l.], v. 26, n. 1, 2022.

SIKSNELYTE-BUTKIENE, Indre; ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras; STREIMIKIENE, Dalia. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) for the Assessment of Renewable Energy Technologies in a Household: A Review. **Energies**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 1164, 2020.

SILVA, José Irivaldo Alves de Oliveira; LEITE, Andréa Ferreira; SOUZA, Cidoval Moraes de. Apropriação social da água nas comunidades rurais do semiárido: os desafios da governança (2020-2022). **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [s. l.], v. 19, n. 2, 2023. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/>.

SIQUEIRA, Daniel. Melhorando a análise com o Boxplot. Alura, 2021. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/melhorando-a-analise-com-o-boxplot>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SISAR. **Sistema Integrado de Saneamento Rural**, 2023. Disponível em: <http://sisar.org.br>. Acesso em: 6 abr. 2024.

SODRÉ, J. F. A. **Gestão comunitária da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água na área rural**: um estudo sobre as fragilidades e potencialidades a partir da experiência de brotas de Macaúbas-BA. 2019. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

SOUSA, Bárbara Frassinetti Brito *et al.* Análise espacial do abastecimento de água em pequenos centros urbanos baseada em critérios multiescala. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 6201–6222, 2023.

SPAROVEK, G.; LEONELLI, G. C. V.; BARRETTO, A. G. O. P. A linha imaginária. In: SANTORO, P.; PINHEIRO, E. (Org.). **O município e as áreas rurais**. São Paulo: Instituto Pólis (Cadernos Pólis 8), p. 14-24, 2004.

TEDESCO, Adriana Maria; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; TROJAN, Flávio. Avaliação da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas por meio dos métodos AHP e TOPSIS. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 26, n. 3, p. 405-413, maio/jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190322>. Acesso em: 20 jan. 2025.

TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil de 2023 (SNIS 2021)**. São Paulo: [s. n.], 2023.

UBA. Umweltbundesamt. Small-scale drinking water supplies, 2017. Disponível em: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/small-scale-drinking-water-supplies#undivided-health-protection-for-drinking-water>. Acesso em: 25 jun. 2024.

UNICEF. **Takeda e UNICEF se unem pela prevenção de dengue, zika, chikungunya e outras arboviroses na Amazônia Legal e no Semiárido brasileiro**. UNICEF, 2022. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/takeda-e-unicef-se-unem-pela-prevencao-de-dengue-zika-chikungunya-e-outras-arboviroses>. Acesso em: 5 abr. 2024.

UNICEF; WHO. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender**. Nova York: United Nations Children’s Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO), 2023. Disponível em: <https://washdata.org>.

VILARINHO, Maria Cíntia Ribeiro; COUTO, Eduardo de Aguiar do. Saneamento básico e regulação no brasil: desvendando o passado para moldar o futuro. **Revista Digital do Direito Administrativo**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 233–257, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2319-0558.v10i2p233-257>. Acesso em: 7 mar. 2024.

WANDERLEY, M. N. B.; FAVARETO, A. A singularidade do rural brasileiro: Implicação para as tipologias territoriais e a elaboração de políticas públicas. In: MIRANDA, C.; SILVA, H. (Org.). **Concepções da ruralidade contemporânea: as singularidades brasileiras**. Série Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 21. Brasília: IICA, 2013. p. 413–476.

WHALEY, Luke; CLEAVER, Frances. Can ‘functionality’ save the community management model of rural water supply? **Water Resources and Rural Development**, [s. l.], v. 9, p. 56–66, 2017.

WHO. **Safer Water, Better Health. 2019 update**. Geneva: World Health Organization, 2019.

WHO. **Water, sanitation and hygiene (WASH)**, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/water-sanitation-and-hygiene-wash>. Acesso em: 6 abr. 2024.

WHO. **A field guide to improving small drinking-water supplies**: water safety planning for rural communities, 2022. World Health Organization. Regional Office for Europe. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/363510>. Acesso em: 8 abr. 2024.

Worldbank. **Rural population – Ireland**, 2022. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL?locations=IE>. Acesso em: 26 jun. 2024.

APÊNDICE A

Para a coleta de dados foi utilizado o questionário online criado na plataforma *Microsoft Forms* disponível no link <https://forms.office.com/r/WKBA6R5DPr>. A seguir são transcritas as seções/perguntas do questionário.

Seção 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa "**Desenvolvimento de um modelo de planejamento para implantação de sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais**", desenvolvido sob responsabilidade de Maria Aliny Souza Silva, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da UFCG. Sua colaboração neste estudo será de muita importância, porém você não deve participar contra sua vontade.

A qualquer momento, antes, durante e depois da pesquisa, você poderá solicitar maiores esclarecimentos, recusar-se a participar ou desistir de participar. Em todos esses casos você não sofrerá prejuízo algum. Caso após preencher e enviar o questionário você desejar retirar seu consentimento para uso dos dados, deve entrar em contato com o pesquisador responsável que lhe enviará resposta confirmando ciência de sua decisão. Para possibilitar sua eventual desistência no futuro, peço apenas que informe seu e-mail.

Todas as informações coletadas neste estudo serão confidenciais, e utilizadas apenas para finalidades científicas. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas e mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar qualquer informação relacionada à sua privacidade.

Objetivo principal da pesquisa: desenvolver um modelo de apoio à tomada de decisão para a implantação de sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais.

Motivos para seu convite: sua atuação e/ou pesquisas realizadas na área de saneamento rural.

Benefícios alcançados com esta pesquisa: não são previstos benefícios individuais aos participantes, contudo há um benefício coletivo pelo resultado da pesquisa.

Potenciais riscos e desconfortos associados à sua participação: os riscos são mínimos, tendo em vista que a coleta de dados será por meio eletrônico. Pode ocorrer constrangimento e desconforto ao responder as perguntas, porém os participantes estão livres para responderem quando se sentirem confortáveis e interromperem o procedimento de coleta em qualquer momento e não enviarem suas respostas se assim decidirem.

O(a) senhor(a) ao aceitar participar da pesquisa deverá:

- 1. Eletronicamente aceitar participar da pesquisa, o que corresponde à assinalar a opção ‘Concordo em participar’.**
- 2. Responder ao questionário on-line.**

O questionário pode ser respondido no momento e local de sua preferência. O(a) Senhor(a) não terá despesas e nem será remunerado pela participação na pesquisa. Fica plenamente garantido seu direito de pedir ressarcimento de eventuais despesas decorrentes e relacionadas única e exclusivamente da sua participação na pesquisa.

Você pode entrar em contato com o pesquisador responsável (Maria Aliny Souza Silva) a qualquer tempo para informação ou para retirada de sua participação. Endereço: R. Emiliano Rosendo, 75, Novo Bodocongó, Campina Grande/PB. Tel.: (84)99463-9444. E-mail: maria.aliny18@gmail.com.

Para a realização deste trabalho, foi necessário solicitar a avaliação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), órgão responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso se sinta prejudicado(a) por participar desta pesquisa, pode recorrer ao CEP do Hospital Universitário Alcides Carneiro-HUAC. Endereço: R. Dr. Carlos Chagas, s/n, São José, Campina Grande/PB. Tel.: 2101-5545 E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br.

- 1) Como comprovação da assinatura deste TCLE, será enviada uma via de todas as informações aqui constantes para o e-mail que você informar abaixo. E-mail:
-

- 2) Você declara que obteve todas as informações necessárias e concorda livre e espontaneamente em participar como voluntário(a) do estudo "Desenvolvimento de um modelo de planejamento para implantação de sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais"?
- () Concordo em participar
- () Não concordo em participar
- 3) Deseja conhecer os resultados da pesquisa?
- () Desejo conhecer os resultados da pesquisa.
- () Não desejo conhecer os resultados da pesquisa.

Seção 2

Coleta de dados

Prezado(a) Sr.(^a),

Este questionário tem 20 perguntas, e estima-se que você deve levar em torno de 5 minutos para preenchê-lo.

Para desenvolver um modelo de apoio à tomada de decisão para a implantação de sistemas de gestão compartilhada de abastecimento de água em comunidades rurais, foram definidos 5 critérios de priorização de implantação, descritos a seguir:

- Domicílios: comunidade com maior número de domicílios;
- Disponibilidade hídrica: comunidade com manancial de melhor qualidade e menor distância;
- DRSAI: comunidade com maior número de notificações de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado;
- Organização social: comunidade com organização social estabelecida como associações, cooperativas, etc.;

- Ambiente: comunidade localizada em área de menor declividade e solo de baixa consistência.

Diante da necessidade de identificar quais critérios são mais relevantes, será definido o grau de importância relativo de cada critério, utilizando o método do processo hierárquico analítico (AHP), de acordo com o seu julgamento e de outros especialistas.

O grau de importância é definido de acordo com a escala de julgamento de importância desenvolvida por Saaty (1990), com valores de 1 a 9, como descrito a seguir:

- 1 - Igual importância
- 3 - Importância moderada
- 5 - Forte importância
- 7 - Importância muito forte
- 9 - Extrema importância
- 2, 4, 6, 8 - Valores intermediários

Para 5 critérios são necessárias 10 comparações par a par, de modo que todos os critérios sejam comparados entre si. Para isso será seguido o padrão de perguntar qual o critério mais importante entre duas opções distintas, e após o quão mais importante ele é, na escala de 1 a 9.

4) Inicialmente classifique os critérios do mais importante ao menos importante de acordo com a sua opinião. Obs.: Arraste as barras ou clique nas setas laterais para alterar a ordem.

- Domicílios

- Disponibilidade hídrica

- DRSAI

- Organização social

- Ambiente

5) Entre os critérios "Domicílios" e "disponibilidade hídrica", defina qual o mais importante.

() Domicílios

() Disponibilidade hídrica

6) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

7) Entre os critérios "Domicílios" e "DRSAI", defina qual o mais importante.

☐ Domicílios

☐ DRSAI

8) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

9) Entre os critérios "Domicílios" e "Organização Social", defina qual o mais importante.

☐ Domicílios

☐ Organização Social

10) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

11) Entre os critérios "Domicílios" e "Ambiente", defina qual o mais importante.

☐ Domicílios

☐ Ambiente

12) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

13) Entre os critérios "disponibilidade hídrica" e "DRSAI", defina qual o mais importante.

☐ disponibilidade hídrica

☐ DRSAI

14) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

15) Entre os critérios "disponibilidade hídrica" e "Organização Social", defina qual o mais importante.

☐ disponibilidade hídrica

☐ Organização Social

16) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

17) Entre os critérios " disponibilidade hídrica" e "Ambiente", defina qual o mais importante.

☐ disponibilidade hídrica

☐ Ambiente

18) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

19) Entre os critérios " DRSAI" e " Organização Social", defina qual o mais importante.

☐ DRSAI

☐ Organização Social

20) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

21) Entre os critérios " DRSAI" e " Ambiente", defina qual o mais importante.

☐ DRSAI

☐ Ambiente

22) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]

23) Entre os critérios "Organização Social" e “Ambiente”, defina qual o mais importante.

☐ Organização Social

☐ Ambiente

24) Quão mais importante?

[1][2][3][4][5][6][7][8][9]