

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

MARIANA VERÍSSIMO PACHECO

SITUAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS LOCALIZADAS NO ENTORNO DO EIXO NORTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

SUMÉ - PB
2026

MARIANA VERÍSSIMO PACHECO

SITUAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS LOCALIZADAS NO ENTORNO DO EIXO NORTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança dos Recursos Hídricos.

Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água.

Orientador: Professor Dr. Salomão de Sousa Medeiros.

Coorientador: Professor Dr. José Irivaldo Alves Oliveira Silva.

SUMÉ - PB
2026



P116s Pacheco, Mariana Veríssimo.
Situação do abastecimento de água em comunidades rurais localizadas no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco. / Mariana Veríssimo Pacheco. - 2026.

154 f. : il. Collor.

Orientador: Professor Dr. Salomão de Sousa Medeiros; Coorientador: Professor Dr. José Irivaldo Alves Oliveira Silva.
Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.

1. Comunidades rurais – abastecimento de água. 2. Projeto de Integração do Rio São Francisco – Eixo Norte. 3. Governança da água. 4. Segurança hídrica. 5. Abastecimento rural - água. I. Medeiros, Salomão de Sousa. II. Silva, José Irivaldo Alves Oliveira. III. Título.

CDU: 628.1(043.2)

MARIANA VERÍSSIMO PACHECO

SITUAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS LOCALIZADAS NO ENTORNO DO EIXO NORTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Salomão de Sousa Medeiros
Orientador – UFCG

Professor Dr. José Irivaldo Alves Oliveira Silva
Coorientador – UAGESP/CDSA/UFCG

Professor José Amilton Santos Júnior
Examinador externo – DEAGRI/UFRPE

Professor Hugo Morais de Alcântara
Examinador interno – UATEC/CDSA/UFCG

Dissertação aprovada em: 22 de fevereiro de 2026.

SUMÉ - PB

Dedico este trabalho à minha família, que é meu porto seguro nesta existência.

Ao meu marido, companheiro de caminhada, pelo apoio e por sempre me incentivar a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades.

Aos meus filhos, luz da minha vida, que me inspiram diariamente a ser melhor, a estudar, a trabalhar e a acreditar que todo esforço tem um propósito maior.

Dedico também a todas as comunidades rurais do semiárido brasileiro que lutam diariamente pelo acesso à água, motivo maior que deu sentido a esta pesquisa e fortaleceu em mim a convicção de que a segurança hídrica é, acima de tudo, uma questão de dignidade humana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela força nos momentos difíceis e pela oportunidade de concluir mais esta etapa tão importante da minha trajetória pessoal e profissional, compreendendo que todas as experiências vivenciadas ao longo desta caminhada contribuíram para o meu crescimento moral, intelectual e espiritual.

Aos meus pais, pelo amor, pelos ensinamentos e pelos valores que sempre me transmitiram, sendo a base da minha formação como pessoa e como profissional. Agradeço por todo o incentivo aos estudos, pelo apoio em todos os momentos da minha vida e por nunca medirem esforços para que eu pudesse seguir meus sonhos.

Ao meu marido João Edinaldo, companheiro de todas as horas, pelo apoio incondicional, pela compreensão diante das ausências e pelo incentivo constante para que eu nunca desistisse dos meus objetivos. Aos meus filhos, razão maior de tudo, pela paciência, pelo amor e por serem minha fonte diária de motivação para continuar estudando, trabalhando e buscando ser melhor a cada dia.

Ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional – MIDR, pela oportunidade de atuação nesse importante projetos voltados à segurança hídrica do Nordeste brasileiro, que contribuíram de forma decisiva para a construção desta pesquisa. Agradeço, em especial, à Coordenadora-Geral Dra. Elianeiva Odisio, pelo apoio institucional, pela confiança, colaboração e pelo constante estímulo ao desenvolvimento profissional.

À CMT Engenharia, pela confiança, pelas oportunidades concedidas ao longo da minha trajetória profissional e pelo ambiente técnico que possibilitou o desenvolvimento de atividades diretamente relacionadas ao tema desta dissertação, permitindo a integração entre a prática profissional e a pesquisa acadêmica.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Salomão, pela orientação segura, pela confiança e pelas valiosas contribuições ao longo de toda a elaboração desta dissertação, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Irivaldo, pelas contribuições técnicas, pelas sugestões oportunas e pelo apoio acadêmico, que enriqueceram a qualidade desta pesquisa e auxiliaram no amadurecimento das análises desenvolvidas.

Ao Professor Dr. José Amilton pelas valiosas provocações e contribuições na banca de qualificação, que proporcionaram um olhar mais amplo acerca da

problemática deste trabalho.

Ao meu colega Dr. João Antonio, pelo apoio, pelas orientações, pelas contribuições técnicas e pelas conversas que ajudaram a amadurecer ideias e reflexões fundamentais para a elaboração deste trabalho.

Aos professores do ProfÁgua, pela dedicação, pelos ensinamentos e pela contribuição para minha formação acadêmica, bem como a todos os colegas, gestores públicos e técnicos que colaboraram com informações, experiências e aprendizados essenciais para a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada e contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

PACHECO, Mariana Veríssimo. **Situação do abastecimento de água em comunidades rurais localizadas no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do rio São Francisco.** 114 f. Dissertação de Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé, Paraíba, 2026.

RESUMO

O acesso à água potável constitui condição essencial para a promoção da qualidade de vida, da saúde pública e da segurança hídrica, especialmente nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, onde a escassez hídrica historicamente impõe restrições ao abastecimento das populações rurais. Nesse contexto, o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) configura-se como uma das principais políticas públicas estruturantes voltadas à ampliação da oferta hídrica e à garantia do acesso à água para consumo humano. Este trabalho teve por objetivo analisar a efetividade da implantação, operação e gestão dos sistemas de abastecimento de água destinados às comunidades rurais situadas na Área Diretamente Afetada (ADA) do Eixo Norte do PISF, buscando verificar em que medida o empreendimento tem contribuído para assegurar a segurança hídrica dessa população. A pesquisa adotou abordagem aplicada, de caráter diagnóstico-propositivo, fundamentada em levantamento documental, análise de relatórios técnicos e avaliação de indicadores relacionados à implantação, operação e sustentabilidade dos sistemas de abastecimento nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba, à luz das diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 – Água Potável e Saneamento. Foram analisados dados técnicos e institucionais referentes a 169 comunidades beneficiárias, com população estimada em aproximadamente 59 mil habitantes, das quais 103 possuem sistemas de abastecimento implantados. A análise contemplou características operacionais dos sistemas, fontes hídricas utilizadas, modelos de gestão adotados e principais entraves à continuidade e sustentabilidade do serviço. Os resultados evidenciaram assimetrias significativas entre os estados analisados. O Ceará apresentou o melhor desempenho quanto à implantação e operação dos sistemas, associado à predominância de modelos de gestão compartilhada e ao suporte institucional do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR). A Paraíba apresentou elevada taxa de implantação, embora persistam limitações estruturais e restrições relacionadas à disponibilidade hídrica. Pernambuco, por sua vez, concentrou os maiores níveis de fragilidade, com baixo percentual de implantação, maior incidência de sistemas inoperantes e predominância de comunidades classificadas em alta vulnerabilidade. A aplicação da matriz de vulnerabilidade permitiu identificar que fatores como modelo de gestão, qualidade e disponibilidade hídrica, condições de infraestrutura e sustentabilidade financeira são determinantes para o desempenho dos sistemas e para a continuidade do abastecimento. Conclui-se que o PISF constitui importante instrumento de segurança hídrica, com avanços na implantação da infraestrutura de abastecimento rural, cuja efetividade depende da consolidação operacional dos sistemas, do fortalecimento dos modelos de gestão e da atuação articulada entre União, estados e comunidades. Os resultados indicam que a consolidação da segurança hídrica requer suporte técnico-institucional contínuo, monitoramento e estratégias para superação das vulnerabilidades identificadas, de forma que as comunidades rurais tenham acesso à água de modo contínuo, seguro e sustentável.

Palavras-chave: Abastecimento rural; segurança hídrica, Projeto de Integração do Rio São Francisco; governança da água.

PACHECO, Mariana Veríssimo. **Water supply situation in rural communities located around the North Axis of the São Francisco River Integration Project**. 114 p. Master's Degree Dissertation in Water Resources Management and Regulation, Federal University of Campina Grande, Center for Sustainable Development of the Semi-Arid Region, Sumé, Paraíba, 2026.

ABSTRACT

Access to potable water is an essential condition for promoting quality of life, public health, and water security, especially in the semi-arid regions of Northeastern Brazil, where water scarcity has historically imposed restrictions on the supply available to rural populations. In this context, the São Francisco River Integration Project (PISF) stands out as one of the main structural public policies aimed at expanding water availability and ensuring access to water for human consumption. This study aimed to analyze the effectiveness of the implementation, operation, and management of water supply systems intended for rural communities located in the Directly Affected Area (DAA) of the Northern Axis of the PISF, seeking to assess the extent to which the project has contributed to ensuring water security for this population. The research adopted an applied approach with a diagnostic-propositional character, based on document review, analysis of technical reports, and evaluation of indicators related to the implementation, operation, and sustainability of water supply systems in the states of Pernambuco, Ceará, and Paraíba, in light of the guidelines of the National Basic Sanitation Policy and Sustainable Development Goal 6 – Clean Water and Sanitation. Technical and institutional data from 169 beneficiary communities were analyzed, with an estimated population of approximately 59,000 inhabitants, of which 103 have implemented water supply systems. The analysis considered operational characteristics of the systems, water sources used, management models adopted, and the main obstacles to service continuity and sustainability. The results revealed significant asymmetries among the analyzed states. Ceará showed the best performance in terms of system implementation and operation, associated with the predominance of shared management models and institutional support from the Integrated Rural Sanitation System (SISAR). Paraíba presented a high implementation rate, although structural limitations and restrictions related to water availability persist. Pernambuco, in turn, exhibited the highest levels of fragility, with a low implementation rate, a higher incidence of inoperative systems, and a predominance of communities classified as highly vulnerable. The application of the vulnerability matrix made it possible to identify that factors such as management models, water quality and availability, infrastructure conditions, and financial sustainability are decisive for system performance and service continuity. It is concluded that the PISF constitutes an important instrument for water security, with advances in the implementation of rural water supply infrastructure, whose effectiveness depends on the operational consolidation of systems, the strengthening of management models, and coordinated action among federal, state, and community actors. The results indicate that the consolidation of water security requires continuous technical and institutional support, monitoring, and strategies to overcome identified vulnerabilities, ensuring that rural communities have continuous, safe, and sustainable access to water.

Keywords: Rural water supply; water security; São Francisco River Integration Project; water governance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização dos eixos estruturantes e ramais associados do PISF. 36
Figura 2 - Área Diretamente Afetada ao longo do Eixo Norte do PISF.....45
Figura 3 - Concentração populacional das comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF.....46
Figura 4 - Distância das comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF ao empreendimento. 48
Figura 5 - Bacias Hidrográficas ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF. 49
Figura 6 - Características hidrogeológicas e distribuição dos poços perfurados ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF.....51
Figura 7 - Uso principal da água dos poços perfurados ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF. 52
Figura 8 - Situação dos poços perfurados ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF. 53
Figura 9 - Fluxograma das variáveis consideradas na estimativa das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento hídrico das comunidades rurais.....64
Figura 10 - Situação de Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água.....68
Figura 11 - Distribuição de Comunidades Beneficiárias da Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água por Estado. 70
Figura 12 - População beneficiária da implantação dos sistemas de abastecimento de água por Estado. 70
Figura 13 - Distribuição de comunidades com fonte hídrica superficial ou subterrânea. 72
Figura 14 - Percentual de Comunidades com Sistemas Abastecimento de Água (SAA) e de Soluções Alternativas Coletivas (SAC).....73
Figura 15 - Distribuição de comunidades com sistemas de abastecimento de água em operação por estado. 75
Figura 16 - Status de funcionamento e barreiras primárias enfrentadas pelos sistemas de abastecimento. 78
Figura 17 - Espacialização do status de funcionamento e das barreiras primárias enfrentadas pelos sistemas de abastecimento.....79
Figura 18 - Barreiras secundárias enfrentadas pelos sistemas de abastecimento...80

Figura 19 - Modelos de gestão hídrica nas comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF.....81
Figura 20 - Modelos de gestão hídrica nas comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF.....82
Figura 21 - Modelo de gestão dos sistemas de abastecimento de água das comunidades rurais. 84
Figura 22 - Relação entre os modelos de gestão dos sistemas de abastecimento e as barreiras enfrentadas. 86
Figura 23 - Classificação de vulnerabilidade das comunidades atendidas pelo Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Águas ao Longo dos Canais, do Eixo Norte do PISF. 89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características de Sistemas de Abastecimento de Água. 25
Quadro 2 - Programas Básicos Ambientais no PISF. 40
Quadro 3 - Quantitativo de comunidades beneficiárias pelo Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Águas ao Longo dos Canais no Eixo Norte do PISF.....43
Quadro 4 - Classificação das variáveis analisadas para estimativa da vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água em cada categoria de risco. 63
Quadro 5 - Distribuição de pesos das variáveis analisadas ao estimar a vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água das comunidades da ADA do Eixo Norte do PISF.....64
Quadro 6 - Classificação de vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água das comunidades da ADA do Eixo Norte do PISF. 65
Quadro 7 - Classificação de vulnerabilidade das comunidades por estado. 87
Quadro 8 - Estratégias institucionais para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do PISF. 100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Abastecimento de Água

ADA - Área Diretamente Afetada

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima

ASA - Articulação do Semiárido Brasileiro

CBHSF - Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco

COGERH - Companhia de Gestão de Recursos Hídricos

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento

EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental

ETA - Estação de Tratamento de Água

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GM/MS - Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IOCS - Obras Contra as Secas

LI - Licença de Instalação

LO - Licença de Operação

LP - Licença Prévia

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional

MI - Ministério da Integração Nacional

MIDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

O&M - Operação e Manutenção

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

P1MC - Programa 1 Milhão de Cisternas

PAC - Plano Ambiental de Construção

PAD - Programa Água Doce

PAT - Programa Água Para Todos

PBA - Projeto Básico Ambiental

PGA - Plano de Gestão Anual

PISF - Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional

PNSR - Programa Nacional de Saneamento Rural

POA - Plano Operativo Anual

SAA - Sistema de Abastecimento de Água

SAC - Solução Alternativa de Abastecimento

SAI - Solução Alternativa Individual de Abastecimento

SCIDADES - Secretaria das Cidades do Estado do Ceará

SDA - Secretaria de Desenvolvimento Agrário, Agricultura, Pecuária e Pesca

SDT - Sólidos Dissolvidos Totais

SEAFDS - Secretaria da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido

SEIRHMA - Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba

SEMARH/RN - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SESAI - Secretaria Especial de Saúde Indígena

SIAA - Sistema Isolado de Abastecimento de Água

SISAR - Sistema Integrado de Saneamento Rural

SRHS - Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de Pernambuco

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TC - Termo de Compromisso

TCE-PE - Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco

TED - Termo de Execução Descentralizada

VMP - Valores Máximos Permitidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 OBJETIVOS DO TRABALHO 13

2.1 OBJETIVO GERAL 13

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

3 REVISÃO DE LITERATURA 14

3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO 14

3.1.1 Tipos e Classificação de Sistemas e Soluções de Abastecimento 22

3.1.1.1 Sistema de Abastecimento de Água (SAA) 23

3.1.1.2 Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAC) 24

3.1.1.3 Solução Alternativa Individual de Abastecimento de água para Consumo Humano (SAI) 24

3.1.1.4 Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade 25

3.1.2 Governança dos sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais 27

3.2 O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO 31

3.2.1 Contexto histórico 31

3.2.2 Caracterização Geral do PISF 34

3.2.3 Gestão e operacionalização do Eixo Norte: papel dos estados e da União 37

3.2.4 Licenciamento Ambiental 38

3.2.5 Projeto Básico Ambiental - PBA 40

3.2.6 Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais - PBA 15 41

3.3 LOCALIZAÇÃO E CARATERÍSTICAS POPULACIONAIS DAS COMUNIDADES ATENDIDAS 44

3.3.1 Características hidrogeológicas e localização de poços 48

4 MATERIAL E MÉTODOS 54

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 54

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, CONSIDERANDO INFRAESTRUTURA, FONTE HÍDRICA E PÚBLICO ATENDIDO 54

4.2.1 Análise da situação operacional dos sistemas implantados e identificação dos principais desafios técnicos, operacionais e de governança que impactam o funcionamento dos sistemas de abastecimento de água. 57

4.2.2 Estimativa da vulnerabilidade dos sistemas, considerando dimensões ambientais, técnicas e de governança que impactam a sustentabilidade operacional do sistema, e proposição de estratégias para superação das problemáticas identificadas 61

4.2.3 Elaboração do Relatório Técnico Situacional 66

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 67

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA QUANTO A SUA IMPLANTAÇÃO 67

5.2 SITUAÇÃO OPERACIONAL DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA IMPLANTADOS 74

5.3 ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO RURAL, E PROPOSIÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA SUPERAÇÃO DAS PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS 84

5.3.1 Estratégias institucionais para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural 90

5.3.1.1 Monitoramento federal da consolidação operacional e execução estadual das ações corretivas 91

5.3.1.2 Monitoramento e disponibilização de recursos federais e execução estadual das adequações técnicas conforme tipologia de vulnerabilidade 92

5.3.1.3 Induzir institucionalmente modelos de gestão compartilhada 92

5.3.1.4 Monitoramento federal por meio da implementação de um sistema com atualização dos dados pelos estados 93

5.3.1.5 Estratégias para o estado de Pernambuco 93

5.3.1.5.1 Implantar ações para enfrentamento à salinidade 94

5.3.1.5.2 Reduzir a dependência de poços com vazão instável 95

5.3.1.5.3 Requalificar infraestruturas deficitárias 95

5.3.1.5.4 Substituir gradualmente a gestão comunitária isolada por arranjos compartilhados 95

5.3.1.5.5 Custear de manutenção emergencial 95

5.3.1.6 Estratégias para o estado da Paraíba 96

5.3.1.6.1 Executar a requalificação estrutural dos sistemas implantados 96

5.3.1.6.2 Estabelecer medidas de segurança de fontes hídricas 96

5.3.1.6.3 Instituir modelos compartilhados de gestão 97

5.3.1.6.4 Induzir ações de apoio técnico-operacional junto às prefeituras 97

5.3.1.7 Estratégias para o estado do Ceará 97
5.3.1.7.1 Consolidar e expandir o modelo de gestão compartilhada 97
5.3.1.7.2 Priorizar comunidades com déficit de disponibilidade hídrica 98
5.3.1.7.3 Enfrentar a vulnerabilidade financeira com tarifa social e subsídio operacional calibrado 98
5.3.1.7.4 Sistematizar a experiência cearense para cooperação com outros estados 98
5.3.1.8 Estratégias comuns aos três estados 98
5.3.1.8.1 Formalização do modelo de gestão 99
5.3.1.8.2 Assistência técnica às comunidades 99
5.3.1.8.3 Integração entre infraestrutura, gestão e saúde pública 99
5.3.1.8.4 Planejamento por risco e priorização de comunidades críticas 99
6 CONCLUSÕES 102
REFERÊNCIAS 106
APÊNDICES 112

1 INTRODUÇÃO

O acesso à água potável no campo é um dos maiores gargalos estruturais para a saúde pública e a dignidade humana no Brasil. Embora o país concentre 12% da reserva hídrica global, a distribuição geográfica irregular e as desigualdades históricas perpetuam uma severa vulnerabilidade nas áreas rurais — cenário agravado em regiões como o Semiárido.

De acordo com dados do (IBGE, 2024), enquanto 93,4% dos domicílios urbanos eram atendidos por rede geral de distribuição de água potável em 2023, apenas 32,3% dos lares rurais dispunham desse serviço (IBGE, 2024). No Nordeste, embora o índice urbano alcance 94%, a cobertura rural cai para 58%, alcançando em comunidades difusas, patamares ainda mais baixos — somente 43,9% dos domicílios rurais nordestinos utilizam a rede geral de distribuição de água potável como principal forma de abastecimento.

De acordo com dados do IBGE (2024), a maior parte dos domicílios rurais brasileiros recorriam a outras formas de abastecimento de água: 29,8%, por poço profundo ou artesiano; 12,8%, poço raso, freático ou cacimba; 13,2%, fonte ou nascente; e 11,9% eram abastecidos, principalmente, por outra forma, incluindo rios, açudes e caminhão-pipa, (IBGE, 2024).

A provisão do serviço de abastecimento de água à população da zona rural, enfrenta limitações relacionadas à dispersão das comunidades, baixa densidade populacional e infraestrutura viária precária, que encarecem a implantação e a operação de redes convencionais (FUNASA, 2019).

Para enfrentar esses desafios, foi instituído no Brasil o Novo Marco Legal do Saneamento, Lei n.º 14.026/2020, que buscou revitalizar o setor, reforçando a participação de agentes privados e comunitários, bem como o apoio financeiro aos municípios, (Brasil, 2020).

No semiárido brasileiro, onde o regime pluviométrico é marcado por chuvas escassas, irregulares e mal distribuídas, o agravamento das crises hídricas tem exigido intervenções estruturantes que priorizem a ampliação da oferta de água e a resiliência hídrica regional.

Como uma das estratégias para enfrentar o cenário de insegurança hídrica no nordeste setentrional, o governo federal está implementando o Projeto de Integração do Rio São Francisco, obra de infraestrutura hídrica, composta por dois principais eixos, Norte e Leste, que tem por objetivo promover a segurança hídrica para 12 milhões de pessoas situadas em 390 municípios dos estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Entre as demandas hídricas a serem atendidas, o empreendimento previu o abastecimento humano, urbano e rural, e ao uso difuso situado nas proximidades dos rios e canais do sistema hídrico (MI, 2004).

Para atendimento das demandas hídricas difusas, foi estabelecido como um dos objetivos do Projeto Básico Ambiental do PISF, no âmbito do processo de licenciamento ambiental junto ao Ibama Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a implantação de sistemas de abastecimento de água potável para as populações rurais situadas na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, por meio das ações do Programa de Apoio Técnico para Implantação da Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais (MI, 2005).

Com a conclusão dos Eixos Norte e Leste e o início da operação do primeiro, em 2020, torna-se imperativo verificar se o atendimento às comunidades rurais da Área Diretamente Afetada está, de fato, sendo concretizado. Diante disso, esta pesquisa investiga em que medida o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) promove o acesso à água nessas localidades, analisando desde a implantação das infraestruturas até a efetiva operacionalização dos sistemas.

A relevância deste estudo reside na análise dos fatores técnicos, operacionais, institucionais e socioeconômicos que condicionam a eficiência e a sustentabilidade do projeto. Compreender tais variáveis permite ajustar as estratégias de gestão hídrica, assegurando que os benefícios sociais alcancem plenamente a população local. Além disso, a investigação busca observar a convergência do PISF com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e com a Política Nacional de Segurança Hídrica, aferindo o alinhamento das ações governamentais aos compromissos nacionais e internacionais de desenvolvimento sustentável.

Como produto, será apresentado um relatório situacional estratégico e proposta de diretrizes institucionais para o fortalecimento da segurança hídrica das comunidades rurais no entorno do eixo norte do PISF, concebido como instrumento

técnico de apoio à gestão pública, destinado a sistematizar o diagnóstico das vulnerabilidades identificadas e apresentar diretrizes estruturantes voltadas ao aprimoramento da implantação, operação e governança dos sistemas de abastecimento de água vinculados ao Projeto de Integração do Rio São Francisco.

2 OBJETIVOS DO TRABALHO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a implantação e a operação dos sistemas de abastecimento de água pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco para as comunidades rurais situadas no entorno do Eixo Norte, identificando entraves existentes e propondo soluções visando assegurar a sustentabilidade dos sistemas, bem como, a qualidade de vida da população.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar os sistemas de abastecimento de água do Projeto de Integração do Rio São Francisco para as comunidades rurais situadas no entorno do Eixo Norte, considerando a infraestrutura, fonte hídrica e público atendido.
2. Analisar a situação operacional dos sistemas implantados e identificar os principais desafios técnicos, operacionais e de governança que impactam o funcionamento dos sistemas de abastecimento de água.
3. Estimar a vulnerabilidade dos sistemas, considerando dimensões ambientais, técnicas, e de governança que impactam a sustentabilidade operacional do sistema, e propor estratégias para superação das vulnerabilidades identificadas.
4. Produzir um relatório técnico situacional contendo um panorama do abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco, considerando o estado de implantação, operação, vulnerabilidades detectadas e estratégias de superação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Considerando as diretrizes apontadas pela World Health Organization (2020), recomenda-se um consumo diário de água na ordem de 100 litros, para que se possa atender as necessidades básicas humanas. Atingir esse nível de consumo é um desafio para áreas rurais, e especialmente em regiões semiáridas.

Atualmente, cerca de 25,6 milhões de brasileiros (12,6% da população) vivem em áreas rurais. Desse total, apenas 30,3% dispõem de abastecimento de água encanada e 31,3% possuem soluções de esgotamento sanitário. O cenário de vulnerabilidade é agravado pela pobreza: dos 16,2 milhões de brasileiros em situação de extrema pobreza, quase metade reside no campo, o que representa 7,6 milhões de pessoas ou 25% de toda a população rural do país (IBGE, 2022).

Essa população rural, que vive em pequenos vilarejos, comunidades ou distritos nos 5.570 municípios brasileiros, na maioria dos casos, não é atendida pelas companhias estaduais e são deixadas em segundo plano pelos departamentos ou companhias municipais (Garrido et al., 2016).

No Semiárido nordestino, a precariedade do abastecimento de água reflete um cenário de exclusão histórica, onde a densidade populacional rural e o regime climático irregular impõem desafios severos à saúde e à segurança alimentar. Segundo (Caetano et al., 2020), a região apresenta disponibilidade per capita consideravelmente abaixo do considerado adequado pela Organização das Nações Unidas, forçando milhares de famílias a dependerem de soluções alternativas, de por vezes, precárias, como carros-pipa, poços salobros ou o armazenamento de chuva em cisternas.

O Semiárido brasileiro é delimitado por critérios climáticos e geográficos estabelecidos pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), abrangendo cerca de 12% do território nacional. Tecnicamente, a região é definida por uma precipitação média anual inferior a 800 mm, índice de aridez de até 0,50 e risco de seca superior a 60%, conforme a Resolução nº 115/2017 do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Geologicamente, o predomínio do embasamento cristalino, (Alcântara, 2024), se

correlaciona com a limitada capacidade de armazenamento de água subterrânea, e atua condicionando a intermitência dos rios.

O alto índice de evaporação contribui para que açudes e rios atinjam níveis críticos, sendo um desafio para o abastecimento, acarretando a dependência de fontes alternativas como a captação de água da chuva e fontes subterrâneas ou superficiais perenes. A água subterrânea, em muitas áreas, é salobra (alta concentração de sais), exigindo tecnologias de dessalinização (como osmose reversa) que, embora eficazes, são caras para implementar e manter (Ghani et al., 2021).

Para além do aspecto físico, como destaca Silva et al., (2023), esta é a região semiárida mais populosa do planeta. Este aspecto demanda estratégias complexas de convivência com a seca e gestão hídrica, superando a visão histórica do combate aos fenômenos naturais em prol do desenvolvimento sustentável.

A dependência dessas fontes alternativas, muitas vezes sem tratamento adequado, expõe milhões de pessoas a riscos de doenças de veiculação hídrica (Baddianaah, et al., 2024). A qualidade da água nessas fontes é um ponto crítico, no entanto, a fiscalização e monitoramento são limitados, mesmo desempenhando papel fundamental na delineação de políticas públicas efetivas de abastecimento (Chougar et al., 2024). Esta realidade atinge principalmente sistemas que contam com gestão comunitária ou individual (Omarova et al., 2019).

Essa realidade é agravada pela fragilidade institucional para operação e manutenção dos sistemas, evidenciando desafios persistentes à universalização do abastecimento de água potável e à efetivação da segurança hídrica no semiárido brasileiro, especialmente para as populações rurais difusas (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2020; IBGE, 2022).

A cobertura de abastecimento de água por rede geral na zona rural dos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba revela o abismo infraestrutural entre o campo e a cidade, embora existam avanços recentes impulsionados por programas estaduais e pelo Novo Marco Legal do Saneamento.

Conforme os dados mais recentes do IBGE (2023), o estado do Ceará apresenta um dos melhores desempenhos do Nordeste no meio rural, com cerca de 49,1% dos domicílios rurais ligados à rede pública de distribuição. O estado utiliza

o modelo do SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural), que gerencia o abastecimento para mais de 1 milhão de pessoas no campo.

O estado da Paraíba embora a média estadual total seja elevada, a cobertura rural por rede geral ainda é deficitária, seguindo a tendência regional onde menos de um terço (aproximadamente 32%) das residências rurais possui ligação oficial, dependendo fortemente de soluções como poços artesianos e cisternas. Já o estado de Pernambuco registra um contraste severo; enquanto a cobertura global de água tratada no estado subiu para 87% em 2022, o atendimento específico por rede geral na zona rural é historicamente baixo, estimado em apenas 14,5% em áreas mais isoladas. A maior parte da população rural pernambucana depende de sistemas alternativos ou do atendimento intermitente via caminhão-pipa, e levantamentos do TCE-PE (2024).

Garantir o acesso aos serviços públicos de abastecimento de água potável no meio rural desafios específicos relacionados a dispersão populacional, que dificulta a implantação de grandes redes e sistemas centralizados; a baixa capacidade de pagamento pelas comunidades rurais, o que afeta a sustentabilidade financeira dos serviços; a manutenção e operação de pequenos sistemas exigem capacitação e recursos contínuos e a garantia da potabilidade da água em sistemas alternativos é um desafio constante (Bolatova et al., 2025).

O direito à água é reconhecido como elemento fundamental para a dignidade humana e o exercício de outros direitos, estando consagrado tanto no âmbito internacional como no ordenamento jurídico brasileiro. Em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas aprovou a Resolução A/RES/64/292, reconhecendo o acesso a “água potável e saneamento como direito humano essencial para o pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos” (ONU, 2010).

Em 2015, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) interconectados, buscando construir um mundo mais justo e sustentável, enfrentando as raízes da pobreza, desigualdade e degradação ambiental.

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), que tem como propósito assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos, estabelece metas diretamente relacionadas à

universalização do acesso à água segura, destacando-se a Meta 6.1, que propõe alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável segura e acessível para todos (ONU, 2015).

Tal diretriz converge com os princípios da Lei nº 11.445/2007 atualizada pela Lei nº 14.026/2020, o Novo Marco Legal do Saneamento, que estabelece o acesso à água como direito fundamental e serviço público essencial, com 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 (Brasil, 2020).

O atendimento dessas metas possui especial relevância para o contexto brasileiro, particularmente no que se refere ao abastecimento de água em comunidades rurais, onde historicamente persistem desigualdades no acesso a serviços essenciais de saneamento.

Entretanto, a implementação das metas de universalização do acesso à água potável apresenta desafios adicionais nas áreas rurais, que se caracterizam por baixa densidade populacional, dispersão territorial, limitações de infraestrutura e maior vulnerabilidade socioeconômica, fatores que tornam a implantação e a operação de sistemas convencionais de abastecimento mais complexas e onerosas.

De acordo com o Novo Marco Legal do Saneamento, consideram-se serviços públicos de abastecimento de água a sua distribuição mediante ligação predial, incluídos eventuais instrumentos de medição, bem como, quando vinculadas a essa finalidade, as seguintes atividades: reservação de água bruta; captação de água bruta; adução de água bruta, tratamento de água bruta; adução de água tratada; e reservação de água tratada.

Já a Portaria GM/MS nº 888/2021, que trata dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano e seu padrão de potabilidade, estabelece que a água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento de água ou carro-pipa, deve atender ao padrão de potabilidade e ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

O veículo transportador de água para consumo humano (carro-pipa) também constitui uma forma de fornecimento de água utilizada em situações nas quais não há disponibilidade imediata de sistemas regulares de abastecimento. No âmbito da

regulação sanitária brasileira, esse serviço é classificado como uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água, conforme definido pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Em diversas localidades do Semiárido brasileiro o carro-pipa é frequentemente utilizado como medida emergencial ou complementar, especialmente em áreas rurais, comunidades isoladas ou regiões sujeitas à escassez hídrica, destacando-se iniciativas como a Operação Carro-Pipa, coordenada pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e pelo Exército Brasileiro.

A necessidade mitigação dos efeitos da seca levou, no Brasil, ao desenvolvimento de soluções adaptativas, como a implantação de cisternas para captação de água da chuva. Programas como o "Um Milhão de Cisternas" (P1MC), executado pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), (Carvalho, et al., 2017), foram cruciais para garantir acesso mínimo à água para consumo humano em muitas famílias.

No entanto, mesmo com essas iniciativas, a dependência de carro-pipa e a intermitência no abastecimento ainda são realidades para muitas comunidades rurais no Nordeste. A infraestrutura existente, quando há, é frequentemente subdimensionada ou deteriorada, incapaz de atender à demanda crescente e garantir a potabilidade, (Saldanã Almazán et al., 2025).

Superar esses desafios requer um esforço coordenado e contínuo de todas as esferas de governo, da iniciativa privada e da própria sociedade civil, com foco em soluções inovadoras e sustentáveis que garantam o acesso à água potável como um direito fundamental.

2.1.2. Questões formais e responsabilidades quanto ao fornecimento de água em comunidades rurais

A responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento básico, incluindo o abastecimento de água, é primariamente dos Municípios, conforme a Constituição Federal e o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020). Os municípios, titulares do serviço em todo o seu território, urbano e rural, têm o dever de planejar (por meio dos Planos Municipais de Saneamento Básico - PMSB, que devem contemplar as áreas rurais), regular e fiscalizar a prestação dos serviços. Podem prestar o serviço diretamente (autarquias ou empresas municipais),

ou delegá-lo a companhias estaduais de saneamento, consórcios públicos intermunicipais ou prestadores privados, via contratos de concessão, sempre buscando a universalização, como é comum em modelos aplicados ao redor do mundo (Toan, et al., 2023).

Além da responsabilidade pela prestação dos serviços de abastecimento de água, cabe aos municípios, de acordo a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o responsável por SAA ou SAC, (BRASIL, 2021).

Há atualmente no Brasil, diferentes modelos adotados para prestação dos serviços públicos de abastecimento de água. Os municípios podem prestar o serviço diretamente através de órgãos da própria prefeitura municipal; indiretamente, por meio da criação de entidades próprias para esse fim, como as autarquias ou empresas municipais; ou ainda por meio de gestão associada entre entes federados, como o caso de consórcios públicos. Além disso, os titulares também podem optar pela delegação dos serviços, cujos instrumentos mais comuns são o contrato de programa, não mais recomendado pelo novo Marco Legal do Saneamento, e o contrato de concessão, ambos firmados com companhias estaduais ou empresas privadas, comumente chamadas de concessionárias, (ANA, 2021).

O arranjo predominantemente adotado para o serviço de abastecimento urbano de água é a delegação as companhias estaduais, situação que ocorre em 3955 municípios. Atualmente, 195 municípios delegamos para concessionárias privadas e 1417 municípios administram de forma direta ou transferir o serviço a uma autarquia municipal, (ANA, 2021).

A realidade das áreas rurais impõe desafios significativos que tornam essa responsabilidade compartilhada e, muitas vezes, executada por outros entes, (Huang et al., 2022). Enquanto a responsabilidade legal pela garantia do abastecimento de água é dos municípios, a operacionalização e o fomento envolvem uma rede de instituições federais, estaduais, agências reguladoras e as próprias comunidades rurais, buscando soluções adequadas às particularidades de cada localidade.

De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), instituído pela Portaria nº 3174/2019 do Ministério da Saúde em 2019, historicamente, as demandas de áreas mais urbanizadas e economicamente viáveis receberam maior

atenção do poder público. Nas áreas rurais, as demandas têm sido preteridas no contexto local, ganhando visibilidade em programas de outros níveis de governo, havendo o predomínio de ações compartimentalizadas, em função da fragmentação da política.

No âmbito federal, o Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, coordena políticas e programas federais de saneamento, incluindo fomento a projetos em áreas rurais. O Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), tem um papel importante no apoio técnico e financeiro a municípios e comunidades rurais para a implantação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Outros programas do governo federal como o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR), Programa Água Doce (PAD), e Programa Água para Todos (PAT), destinam recursos para obras e melhorias em sistemas de abastecimento de água em áreas rurais, visando a melhoria da qualidade de vida da população rural e a segurança hídrica.

O Programa Água para Todos (PAT), criado através do Decreto nº 7 535, de 26 de julho de 2011, prevê a implantação de tecnologias sociais de baixo custo, como cisternas de placas para captação de água da chuva para consumo e produção de alimentos. Apesar de ter abrangência nacional, o programa dá atenção especial ao semiárido da Região Nordeste do País e ao Norte de Minas Gerais.

O Programa Água Doce (PAD), é uma ação coordenada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional em parceria com instituições federais, estaduais, municipais e sociedade civil que visa estabelecer uma política pública permanente de acesso à água de qualidade para o consumo humano por meio do aproveitamento sustentável de águas subterrâneas. O PAD prevê a instalação de sistemas de dessalinização para aproveitar águas subterrâneas salobras ou salinas, garantindo água potável em áreas rurais, (MIDR, 2020).

O Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), por meio da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH) apoia a construção, operação e manutenção de obras de infraestrutura hídrica, voltadas ao abastecimento de água, como barragens, adutoras e canais.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é responsável por estabelecer normas de referência para a regulação dos serviços de saneamento básico em nível nacional, incluindo diretrizes para o abastecimento em áreas rurais (ANA, 2024). As Agências reguladoras estaduais, intermunicipais ou municipais aplicam essas normas, fiscalizam os contratos e garantem o cumprimento das metas e a qualidade dos serviços, também no meio rural.

Ainda, de acordo a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, estão entre as competências da União, exercidas pelo Ministério da Saúde e as entidades a ele vinculadas, como a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS), Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI/MS), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

No estado de Pernambuco, o Programa "Águas de Pernambuco" inclui ações de saneamento rural, com foco na ampliação do abastecimento de água potável na zona rural. O programa envolve a implementação de sistemas simplificados de abastecimento, como dessalinização com energia solar e perfuração de poços, além do uso de caminhões-pipa para garantir o acesso à água em comunidades remotas, (SRHS-PE, 2016).

No estado do Ceará, o principal programa de abastecimento de água na zona rural é o Programa Águas do Sertão, que visa garantir o acesso à água potável para a população rural, reduzindo a vulnerabilidade à seca e melhorando a qualidade de vida através de soluções de saneamento, (SCidades, 2021). Além disso, o estado do Ceará também participa do Programa Cisternas, que constrói cisternas para famílias de baixa renda, e do Programa Fomento Rural, que oferece suporte para produção agrícola e segurança alimentar.

Na Paraíba, o Programa de Abastecimento de Água na Zona Rural da Paraíba, o PB Rural Sustentável, executado em conjunto pelo Projeto Cooperar e a Secretaria da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido (SEAFDS), visa garantir o acesso à água potável para comunidades rurais, especialmente no semiárido paraibano, através de diversas ações como a construção de cisternas e sistemas de abastecimento.

Além do papel institucional, a gestão comunitária é a forma predominante de prestação do serviço em muitas áreas rurais (Machado, et al., 2022). Associações de moradores, cooperativas e outras organizações locais assumem a responsabilidade pela operação, manutenção e, por vezes, pela construção dos sistemas, com ou sem apoio governamental. O sucesso desses modelos depende fortemente da capacitação das lideranças e da mobilização da comunidade para a sustentabilidade do sistema, incluindo a arrecadação de taxas para custeio da operação e manutenção (Daniel, et al., 2023).

Atingir a universalização do abastecimento de água no meio rural exige uma atuação conjunta e coordenada de todos esses atores, com políticas públicas que reconheçam as particularidades e vulnerabilidades dessas comunidades, investindo em soluções adequadas e no fortalecimento da gestão local (Machado et al., 2023).

3.1.1 Tipos e Classificação de Sistemas e Soluções de Abastecimento

O abastecimento de água em comunidades difusas – termo utilizado para caracterizar populações rurais dispersas, geralmente de pequeno porte e baixa densidade populacional – demanda soluções técnicas adaptadas às condições geográficas, hidrológicas, sociais e econômicas locais. Tais soluções devem considerar fatores como a distância entre domicílios, a escassez hídrica, a dificuldade de acesso, a fragilidade institucional e a limitada infraestrutura existente (Gasmi et al., 2022).

Segundo a Lei n° 14.026/2020, o abastecimento de água potável (AA) é constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição. Em áreas rurais, pode-se utilizar uma combinação das modalidades de abastecimento de água potável (AA) e de soluções alternativas de abastecimento de água potável, sendo essas soluções de caráter coletivo, ou individuais.

Para entender as soluções e responsabilidades, é crucial diferenciar os tipos de sistemas e soluções de abastecimento de água. A classificação dos sistemas de abastecimento de água é comumente dividida entre sistemas convencionais e soluções alternativas, podendo ser individualizadas ou coletivas.

3.1.1.1 Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

O Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAA), de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021 é uma 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.

Geralmente, são sistemas mais complexos e centralizados, comuns em áreas urbanas, no entanto, em comunidades difusas, sua aplicação se restringe a núcleos mais adensados ou a pequenas vilas rurais. São mais viáveis quando há fontes de água com vazão adequada e possibilidade de uso coletivo com escala razoável.

Um SAA típico é composto pelas seguintes unidades:

- Captação: Retirada da água do manancial.
- Adução: Condução da água do manancial até a Estação de Tratamento de Água (ETA) ou reservatório, por meio de tubulações (adutoras).
- Tratamento: Processos para adequar a água aos padrões de potabilidade da Portaria GM/MS nº 888/2021. Pode incluir: Coagulação/Floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção (cloração), Correção de pH, Fluoretação.
- Reservação: Armazenamento da água tratada em reservatórios (elevados ou apoiados) para garantir a continuidade do fornecimento e regular a pressão na rede.
- Rede de Distribuição: Conjunto de tubulações que leva a água tratada do reservatório até as ligações prediais dos consumidores.
- Ligações Prediais: Conexão da rede de distribuição com a instalação hidráulica de cada imóvel, incluindo o hidrômetro.

Quanto à fonte de água, podem ser classificados como mananciais superficiais e subterrâneos. Os mananciais superficiais são rios, lagos, açudes e canais e, a captação pode ser por estações de bombeamento ou gravidade. Os mananciais subterrâneos, são os aquíferos e a captação ocorre por poços rasos (cacimbas) ou poços tubulares profundos (artesianos) equipados com bombas elétricas ou solares.

3.1.1.2 Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAC)

A Solução Alternativa coletiva é definida pela Portaria GM/MS nº 888/2021 como uma modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição. São viáveis em locais sem rede pública, sendo amplamente utilizadas em comunidades difusas, devido a sua flexibilidade, menor custo de implantação e gestão local. A distribuição geralmente ocorre em pontos públicos, como:

- Chafarizes Comunitários: A água é captada (muitas vezes de poço tubular profundo ou nascente protegida), pode passar por tratamento simples (desinfecção) e é disponibilizada em um chafariz para que a população a colete.
- Cisternas Comunitárias: Para captação e armazenamento de água da chuva em grande volume para uso coletivo, com tratamento simples e distribuição em pontos específicos.
- Carro-pipa: veículo equipado com reservatório utilizado exclusivamente para distribuição e transporte de água para consumo humano. Constitui uma forma de fornecimento de água utilizada em situações nas quais não há disponibilidade imediata de sistemas regulares de abastecimento.

Quanto à fonte de água, podem ser classificados como mananciais superficiais e subterrâneos.

3.1.1.3 Solução Alternativa Individual de Abastecimento de água para Consumo Humano (SAI)

É uma modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atende a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares. Geralmente não envolvem uma gestão centralizada e dependem da iniciativa individual. Quanto à fonte de água, podem ser classificados como mananciais superficiais, subterrâneos e pluviais, como:

- Poços Rasos/Cacimbas: Poços escavados manualmente, de uso particular.
- Cisternas Domiciliares: Captação e armazenamento de água da chuva para consumo individual ou familiar.

- Nascentes Protegidas: Uso direto de água de nascentes que são cercadas e protegidas para evitar contaminação.

O Quadro 1 apresenta os critérios de classificação dos sistemas e soluções de abastecimento de água:

Quadro 1 - Características de Sistemas de Abastecimento de Água.

Critério	Tipos Possíveis
Escala de atendimento	Individual / Coletiva
Fonte hídrica	Superficial / Subterrânea / Pluvial (água de chuva)
Tipo de captação	Gravidade / Bombeamento mecânico ou solar
Presença de tratamento	Com / Sem / Parcial (filtração ou cloração apenas)
Forma de distribuição	Direta (Chafariz), por rede predial (encanada), ou transporte (carro-pipa)
Gestão	Pública / Comunitária / Individual / Compartilhada

Fonte: Da própria autora, 2025.

Considerando todas estas possibilidades, pode ser difícil identificar um único projeto ou modelo para um sistema de abastecimento de água que atenda a todos esses critérios em múltiplas comunidades. Uma ampla gama de opções técnicas, institucionais e de gestão pode ser considerada apropriada, dependendo do contexto ambiental da comunidade rural, bem como de sua capacidade social, técnica, administrativa e financeira (Enéas da Silva et al., 2013).

3.1.1.4 Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade

A água potável, no Brasil, é definida como aquela que atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, norma do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e estabelece os valores máximos permitidos para parâmetros microbiológicos, físicos e químicos, visando proteger a saúde da população.

De acordo com essa Portaria, considera-se água potável aquela que não oferece riscos à saúde, apresenta características sensoriais aceitáveis e atende aos limites estabelecidos para substâncias potencialmente prejudiciais, sendo esses parâmetros aplicáveis aos sistemas de abastecimento público, soluções alternativas coletivas e individuais, incluindo abastecimento por carro-pipa.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 representa o principal instrumento normativo para garantir a qualidade da água no Brasil, alinhando-se às diretrizes internacionais de saúde pública e ao direito humano à água segura, sendo fundamental para o planejamento e a gestão dos sistemas de abastecimento, especialmente em regiões com maior vulnerabilidade hídrica, como o semiárido brasileiro.

No contexto do abastecimento rural, o atendimento a esses parâmetros é essencial para assegurar que soluções alternativas, como poços, cisternas, dessalinizadores e sistemas implantados, forneçam água adequada ao consumo humano. Em regiões como o semiárido brasileiro, onde muitas comunidades dependem de poços ou fontes subterrâneas, a salinidade costuma ser um problema relevante.

A salinidade da água constitui um fator relevante na avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano, uma vez que está associada à presença de sais dissolvidos, como cloretos, sulfatos, bicarbonatos e cátions como sódio, cálcio e magnésio. Embora a salinidade não seja estabelecida como um parâmetro isolado nos padrões brasileiros de potabilidade, seus efeitos são avaliados por meio de indicadores físico-químicos que expressam a concentração de sais dissolvidos na água, tais como sólidos dissolvidos totais (SDT), cloretos e sódio, conforme estabelecido na Portaria GM/MS nº 888. Esses parâmetros possuem limites máximos permitidos que visam assegurar a aceitabilidade sensorial da água, prevenir riscos à saúde humana e garantir a qualidade do abastecimento público. Níveis elevados de sais dissolvidos podem conferir sabor salino ou desagradável à água, além de ocasionar problemas operacionais em sistemas de abastecimento, como incrustações e corrosão em tubulações e equipamentos.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 organiza os parâmetros em três grandes grupos principais:

a) Parâmetros microbiológicos

Relacionados à presença de microrganismos patogênicos.

Principais exigências:

- Ausência de Escherichia coli em 100 mL de amostra
- Controle de coliformes totais

- Monitoramento de bactérias heterotróficas

Esses parâmetros são fundamentais para prevenir doenças de veiculação hídrica.

b) Parâmetros físico-químicos e organolépticos

Relacionados às características sensoriais e à composição da água.

Exemplos de limites estabelecidos:

- Turbidez ≤ 5 uT
- Cor aparente ≤ 15 uH
- Cloro residual livre ≥ 0,2 mg/L na rede
- Sólidos dissolvidos totais ≤ 1000 mg/L
- Cloretos ≤ 250 mg/L
- Sódio ≤ 200 mg/L

Esses parâmetros estão diretamente associados à salinidade, sabor, odor, estabilidade química e segurança sanitária da água.

c) Substâncias químicas que representam risco à saúde

Incluem contaminantes naturais ou decorrentes de atividades humanas, como:

- Metais (chumbo, arsênio, cádmio, mercúrio)
- Agrotóxicos
- Compostos orgânicos
- Subprodutos da desinfecção
- Nitrato e nitrito

Para cada substância, a Portaria estabelece valores máximos permitidos (VMP) que não devem ser ultrapassados.

3.1.2 Governança dos sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais

A governança e a sustentabilidade são pilares fundamentais para garantir que os sistemas de abastecimento de água nas zonas rurais funcionem de forma eficaz a longo prazo (Huang et al., 2022). Dada a complexidade e as particularidades dessas

áreas, ir além da simples implantação da infraestrutura é crucial. O sucesso dos sistemas de abastecimento de água depende da eficiência da operação e da manutenção, o que requer modelo de gestão participativa, capacitação dos usuários e apoio institucional, (Al Djono; Daniel, 2022).

O conceito de governança em políticas públicas refere-se a arranjos de cooperação que envolvem múltiplos atores – Estado, setor privado, terceiro setor e cidadãos – na formulação e implementação de ações coletivas. Diferencia-se do modelo tradicional de governo hierárquico ao implementar processos de decisão partilhados, em rede, baseados em diálogo e parcerias e se bem gerido, tem potencial de apresentar efetivas melhorias ao abastecimento de comunidades, (Saldanã Almazán et al., 2025).

No contexto do abastecimento de água, a governança refere-se ao conjunto de regras, processos e instituições que definem como as decisões são tomadas, como os recursos são alocados e como as responsabilidades são distribuídas na gestão dos serviços de água. (Ansell e Gash, 2008) definem governança colaborativa como “uma forma de governar na qual os atores públicos e privados trabalham de maneira coletiva, utilizando processos particulares, para estabelecer leis e regras para a provisão de bens públicos”.

Essa definição sublinha elementos-chave: a interdependência entre diversos atores (governos, usuários, organizações comunitárias, empresas), e a tomada de decisão conjunta orientada ao consenso e a construção de confiança mútua ao longo do processo. (Emerson et al., 2012) complementam que a governança colaborativa envolve também a criação de um “*regime compartilhado”*, com princípios e normas aceitos por todos, que permitem ações coordenadas em busca de objetivos comuns.

Aplicada às políticas de abastecimento de água rural, a governança colaborativa significa integrar esforços da esfera pública com a capacidade local das comunidades, garantindo a sustentabilidade dos sistemas implantados. A sustentabilidade, como abordada por (Baddianaah et al., 2024), abrange dimensões diversas: técnica (funcionamento contínuo das infraestruturas e manutenção adequada), econômica (cobrança ou subsídios que privilegiam recursos para operação sem onerar situações de baixa renda), social (aceitação e apropriação do serviço pela comunidade, equidade no acesso) e ambiental (uso responsável da fonte hídrica, proteção de mananciais para atender gerações futuras).

Uma governança eficaz deve equilibrar esses aspectos, evitando que os sistemas rurais de água caiam em desuso ou se deteriorem após a fase inicial de implantação. (Ostrom, 1990), em sua teoria dos recursos de uso comum, já indicava princípios de governança local que favorecem a sustentabilidade – por exemplo, regras claras definidas pelos usuários, mecanismos de monitoramento e sanções acordadas coletivamente, e reconhecimento das autoridades locais para administrar o recurso. Esses princípios têm sido observados em casos bem-sucedidos de abastecimento comunitário.

No Brasil, uma experiência emblemática de governança descentralizada e sustentável em saneamento rural é o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), implementado inicialmente no Ceará. Trata-se de um modelo *multicomunitário* em que associações de moradores de várias localidades rurais se organizam em um sistema federado, recebendo suporte técnico da companhia estadual de água. O programa estadual que institui o SISAR conta com ampla participação das comunidades beneficiadas e é reconhecido como uma inovação técnico-social de grande sucesso, tendo se tornado referência mundial em saneamento rural, (Camargo, 2022).

Estudos indicam que o SISAR alcançou resultados positivos justamente ao promover o empoderamento comunitário aliado à profissionalização da gestão: os usuários foram treinados e envolvidos na gestão compartilhada desde o início, o que aumentou a responsabilização local e resultou em índices elevados de continuidade dos serviços e adimplência no pagamento de tarifas, (Camargo, 2022). A autora ainda destaca que esse *empoderamento*, entendido como a ampliação da capacidade de escolha e ação dos atores locais, mostrou-se um requisito básico para a sustentabilidade dos sistemas e para a redução da vulnerabilidade das populações atendidas.

Em outras palavras, a governança colaborativa no SISAR – unindo governo estadual, comunidades organizadas e organismos financiadores – criou as condições institucionais para que os sistemas de água permaneçam operacionais a longo prazo, mesmo em comunidades de baixa renda e isoladas geograficamente.

A lição que emerge de casos como o SISAR e outros projetos participativos é que a sustentabilidade dos serviços de abastecimento rural depende fortemente de arranjos de governança adequados. Quando há clareza de papéis (por exemplo, a

comunidade cuida da distribuição local e da pequena manutenção, enquanto o Estado garante suporte técnico especializado e insumos críticos), mecanismos de prestação de contas e participação ativa, reduz-se o risco de abandono ou mau funcionamento das infraestruturas. Por outro lado, a ausência de um modelo de gestão pós-obra bem definido pode comprometer investimentos vultosos.

Projetos como o PISF, que envolvem transferência de água em larga escala, envolvem não apenas a construção física de canais e adutoras, mas também a articulação institucional entre União, estados receptores, municípios e usuários finais para gerenciar a operação. No Eixo Norte do PISF, a água do São Francisco passa a abastecer um considerável número de pequenos sistemas nas comunidades difusas do semiárido, o que exige governança multinível: decisões quanto à alocação da água, manutenção de bombas e canalizações e cobrança pelo uso devem ser negociadas em fóruns que integram autoridades estaduais e representantes das comunidades. Conforme apresentado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco - CBHSF (2018), no estudo sobre a gestão do PISF, a sustentabilidade econômica e financeira do projeto requer modelos institucionais claros, inclusive com arranjos tarifários e subsídios cruzados para viabilizar o atendimento das localidades rurais de baixa renda.

Além disso, a própria Política Nacional de Recursos Hídricos prevê instrumentos de gestão participativa (como os Comitês de Bacia) que podem contribuir para incluir a voz das comunidades destinatárias do PISF no monitoramento do uso da água transposta, (Brasil, 1997).

Em síntese, a convergência entre governança colaborativa e sustentabilidade indica que estratégias de aprimoramento dos sistemas de abastecimento de água rural devem focar na construção de arranjos institucionais inclusivos e resilientes. Isso implica: (a) fortalecer a participação social nos espaços de decisão (planejamento, conselhos, comitês gestores), (b) garantir capacitação e organização comunitária para a autogestão, (c) garantir apoio técnico contínuo e regulação por parte do Estado, e (d) viabilizar mecanismos de financiamento de longo prazo, combinando tarifas socialmente justas com complementação pública.

A literatura científica, a exemplo do abordado por (Huang et al., 2022b), destaca que uma abordagem integrada – unindo gestão pública eficaz e engajamento

comunitário – possibilita alcançar a eficiência operacional e a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água.

3.2 O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

3.2.1 Contexto histórico

Projetos que preveem transferências hídricas em grandes volumes e distâncias são relativamente comuns ao redor do mundo. Em seu estudo, Silva Filho et al. (2024) apresentou alguns dos principais projetos desta natureza, dentre os quais, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), se destaca. Bourguignon, (2023), apontou que projetos de integração hídrica entre bacias hidrográficas promovem intensas alterações na dinâmica social, que vão além da redução das desigualdades no acesso à água, de modo que suscitam a dinamização socioeconômica, e a integração ecológica, além de demandar adaptações de governança, para que os novos paradigmas socioambientais atendam ao objetivo primário da intervenção.

Historicamente, a região Nordeste do Brasil registrou, desde o início do seu processo de ocupação pelos portugueses, a ocorrência de eventos de seca. Os primeiros registros disponíveis da seca como um fator ambiental característico do Nordeste, de acordo com Sarmento, (2006), datam de 1552, no início do período colonial brasileiro, quando os jesuítas relataram secas, com drástica redução de chuvas desde áreas interioranas adentradas até áreas litorâneas.

Ainda no Período Colonial, que se estendeu de 1530 a 1822, diversos foram os registros de secas no Nordeste brasileiro, causando mortes de plantações e animais, agravamento da fome, desigualdades socioeconômicas e migrações para outras regiões em busca de sobrevivência.

Desde o Período Imperial brasileiro (de 1822 a 1889), as ações governamentais em busca de soluções políticas para a escassez de água nas províncias do Norte (parte do atual Nordeste), em geral, tratava-se de iniciativas descontínuas e emergenciais levadas a efeito somente quando problemas sociais ocasionados pelo fenômeno assumiam um caráter de calamidade, (Buriti e Barbosa, 2018).

A primeira aprovação de verbas para combater consequências de secas deu-se pós Independência (1822) resultante da grande estiagem de 1824-25 tragédia que

suscitou medo de recorrências com semelhante severidade e possíveis futuros vitimados, (Sarmento, 2005).

De acordo com Ferreira, (2019), a primeira proposta de transposição das águas do Rio São Francisco foi apresentada em 1818, no governo de Dom João VI, por José Raimundo de Passos Barbosa, primeiro ouvidor do Crato/CE, pretendendo levar água do rio São Francisco ao rio Jaguaribe, no Ceará. Posteriormente, em 1847, o engenheiro e deputado provincial do Ceará, Marco Antônio de Macedo apresentou nova proposta ao imperador Pedro II, como um meio de combater os problemas gerados pela seca, mas não obteve apoio.

Os projetos iniciais serviram de base à decisão do Imperador para patrocinar uma expedição ao São Francisco de 1852 a 1854, que contratou o Engenheiro Henrique Guilherme Fernando Halfeld para estudar o São Francisco daí resultando, em 1860, na publicação do "Atlas de Relatório Concernente à Exploração do Rio São Francisco desde a Cachoeira da Pirapora até o Oceano Atlântico", que defendia a retirada das águas próximo à cidade de Cabrobó/PE.

Em 1859, através do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, foi realizada uma missão da Comissão Científica Exploratória à Província do Ceará, chefiada pelo Barão de Capanema e composta de uma equipe técnica multidisciplinar, que recomendou a necessidade de melhoria dos meios de transporte e armazenamento de água na região, incluindo a construção de 30 açudes e a abertura de um canal ligando o rio São Francisco ao rio Jaguaribe, este referido como o maior rio seco do mundo, (Brasil, 2004).

Na Primeira República (1889-1930), as sucessivas secas (1900, 1902, 1907/1908) institucionalizaram definitivamente a necessidade da intervenção do poder público como resposta orgânica ao desafio incessante do flagelo que atingia a população do semiárido. Esta fase inicia-se com a criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) (em 1909). Este organismo contratou especialistas estrangeiros para realizar os primeiros estudos de águas subterrâneas do Nordeste (Crandall, 1910, Sopper, 1913) e fez elaborar um mapa referente ao imaginado canal São Francisco-Jaguaribe, em 1913, captando água próximo a Cabrobó, por ser o ponto mais próximo do divisor de águas entre as bacias do Jaguaribe e do São Francisco, além de ser o mais favorável em termos de cota topográfica, (Brasil, 2004).

O projeto reapareceria no decorrer da grande seca de 1979 a 1983, na gestão de Mário Andreazza à frente do Ministério do Interior, chegando a instalar um canteiro de obras em Rajadas, Petrolina/PE. Apesar do ministro ser conhecido pela audácia de executar grandes obras, entre elas a barragem Armando Ribeiro Gonçalves no Rio Grande do Norte (1983) faltou recursos para concretizar a transposição, (Ferreira, 2019).

Entre 1982 e 1985, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), elaborou o primeiro anteprojeto de engenharia interligando o rio São Francisco, Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional próximo a Cabrobó, com as bacias dos rios Jaguaribe, Apodi e Piranhas-Açu.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) foi materializado entre os anos de 1998 e 2000 com o objetivo de amenizar a escassez hídrica histórica do semiárido nordestino, cuja realidade, sempre foi marcada por disparidades de renda interna, entre o litoral e o sertão no semiárido, e de renda externa, quando comparada com outras regiões do País, (MI, 2000). Neste período, alguns estudos foram desenvolvidos para embasamento e definição do empreendimento, compreendendo duas etapas de análise:

I. Os Estudos de Inserção Regional, que avaliaram a demanda hídrica do Nordeste Setentrional, considerando uma área maior que a área efetivamente beneficiada pelo empreendimento;
II. Os Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica, que avaliaram as alternativas para o anteprojeto de engenharia e definiram a melhor opção de traçado, a concepção das obras, seus custos e sua viabilidade econômica.

Os estudos elaborados permitiram a definição de uma nova concepção técnica e operacional do empreendimento, atendendo as necessidades da área a ser beneficiada num horizonte de tempo de 25 anos, minimizando as retiradas de água do Rio São Francisco, de modo a gerar o menor impacto sobre a geração de energia hidrelétrica rio abaixo e a adequar o volume de água a ser transferido do Rio São Francisco para as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional, em função da oferta hídrica local, potencializada por uma melhor gestão da água. Os estudos constituíram ainda, o suporte analítico para a elaboração dos projetos básicos de engenharia das

obras e da base para instruir o processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

Deste modo, em 2007, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), sob a responsabilidade do então Ministério da Integração Nacional (MI), foi iniciado com o objetivo garantir para cerca de 12 milhões de habitantes, em mais de 390 de pequenos, médios e grandes municípios nos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte.

3.2.2 Caracterização Geral do PISF

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) é composto por dois sistemas independentes de obras hidráulicas – canais, estações de bombeamento de água e reservatórios intermediários, denominados de Eixo Norte e Eixo Leste, com 477 km de extensão, dos quais derivam 345 km de ramais associados e de interligação.

De acordo com (Portela, 2021) a infraestrutura destes eixos principais engloba a construção de 13 aquedutos, 9 estações de bombeamento, 27 reservatórios, 9 subestações de 230 kW, 270 quilômetros de linhas de transmissão em alta tensão e 4 túneis. O túnel Cuncas I, com 15 km de extensão, ocupa a posição de maior túnel para transporte de água da América Latina. Seus ramais associados e de interligação, que fazem parte da infraestrutura do PISF, são fundamentais para a capilaridade do sistema, possibilitando o transporte da água aos reservatórios estratégicos e alcance à população necessitada, (Portela, 2021).

O Eixo Norte com 260 km de extensão tem início com a captação no Rio São Francisco, situada após o Reservatório de Sobradinho e a montante da Ilha Assunção, próximo a Cabrobó/PE e é formado pelos Trechos I e II de obras. Do Eixo Norte derivam os Ramais do Entremontes (Trecho VI), Piancó (Trecho VIII), Apodi (Trecho IV) e Salgado (Trecho III) e o Cinturão as Águas do Ceará (CAC).

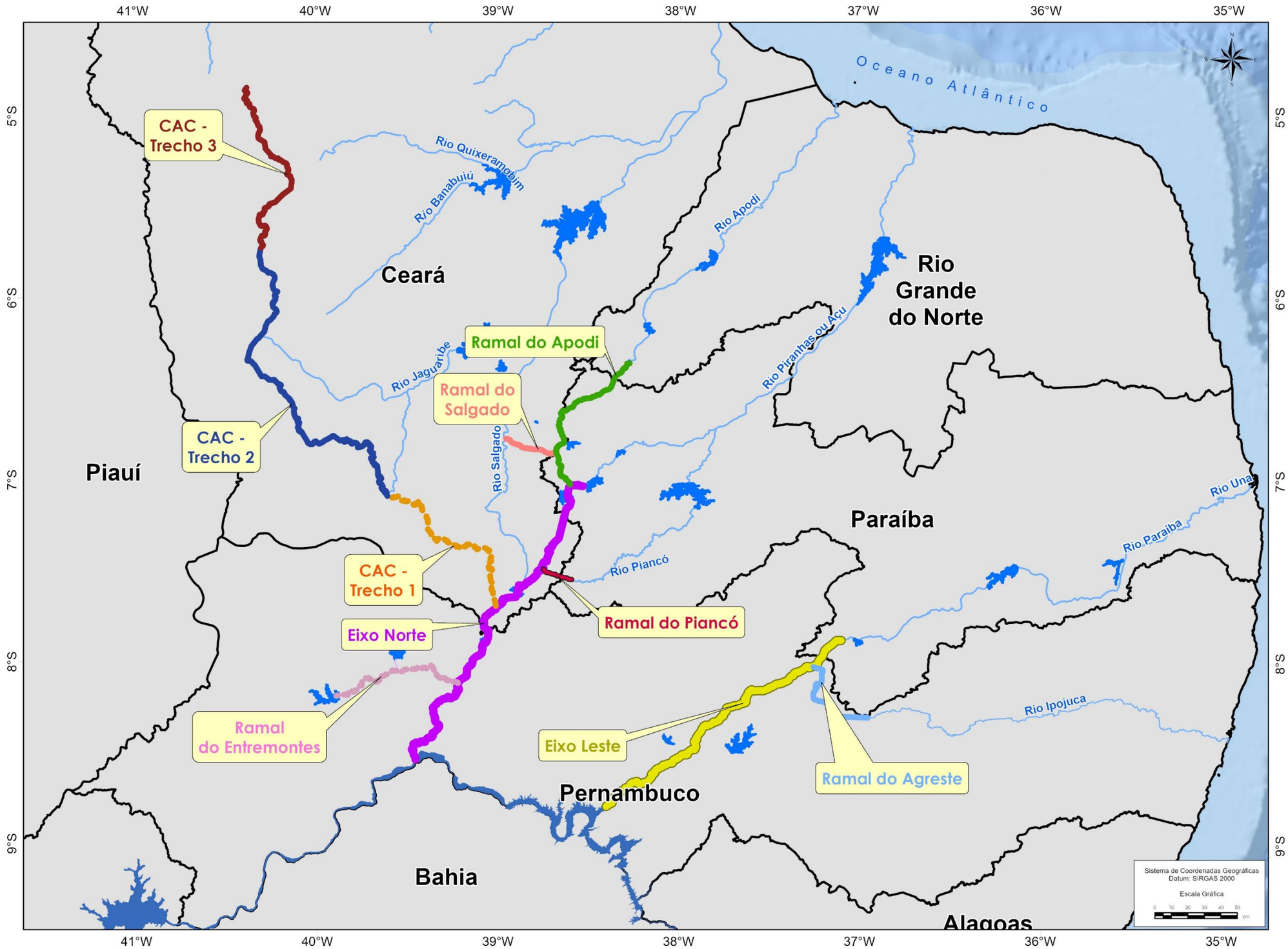
O Eixo Leste com 217 km de extensão é formado apenas pelo Trecho V com início no Reservatório de Itaparica, no rio São Francisco. Do Eixo Leste deriva o Ramal do Agreste (Trecho VII).

Atualmente os Eixos Norte e Leste, bem como o Ramal do Agreste (Trecho VII) encontram-se em fase de operação e, enquanto os Ramais do Apodi (Trecho IV) e

Salgado (Trecho III) estão em fase de implantação, no período de elaboração deste estudo.

A **Figura 1**, a seguir, apresenta os eixos estruturantes e ramais associados do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

Figura 1 - Mapa de localização dos eixos estruturantes e ramais associados do PISF.



Fonte: Da própria autora, 2025.

3.2.3 Gestão e operacionalização do Eixo Norte: papel dos estados e da União

A gestão do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) estrutura-se como um modelo federativo e multissetorial, envolvendo União, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), estados receptores e operadores do sistema. Esse modelo foi regulamentado principalmente pela Resolução ANA nº 168/2023 e atualizado pela Resolução ANA nº 267, de 9 de outubro de 2025, que disciplinam as condições de prestação do serviço de adução de água bruta e os mecanismos de planejamento, regulação e monitoramento do sistema.

A gestão do Projeto São Francisco ocorre em níveis distintos de governança, com funções complementares. O empreendimento é de titularidade da União, por meio do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, responsável pela coordenação estratégica do projeto, definição de políticas operacionais e articulação com os estados beneficiários. A regulação do serviço é exercida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, que estabelece as regras para prestação do serviço de adução, supervisiona a operação e define diretrizes para planejamento e monitoramento do sistema. Os Estados receptores (Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte) participam da gestão por meio de contratos de prestação do serviço de adução, planejamento das demandas hídricas e operação dos reservatórios e sistemas de distribuição que recebem a água do PISF.

A operadora do sistema é a União, por intermédio do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, que de acordo a Resolução ANA nº 267, de 9 de outubro de 2025, poderá delegar, total ou parcialmente, o exercício de suas atividades a órgão ou entidade da administração pública federal ou a entidade privada delegatária contratual das atividades operacionais e de apoio necessárias à prestação do serviço de adução de água bruta, no âmbito do PISF.

Compete à Operadora Federal prestar o serviço de adução de água bruta do PISF, que abrange atividades necessárias à entrega de água bruta nos Pontos de Entrega, e inclui captação, operacionalização e manutenção da infraestrutura do PISF, atividades de inspeção, monitoramento qualiquantitativo, identificação de usuários irregulares, disponibilização, fornecimento e controle do acesso às águas do

projeto, medição do consumo, faturamento, cobrança e arrecadação de valores referentes às tarifas e eventuais receitas adicionais.

A Operadora Federal é responsável pela elaboração do Plano de Gestão Anual – PGA, documento que contempla a programação de bombeamento e fornecimento de água bruta nos Pontos de Entrega e a repartição anual de volumes entre as Operadoras Estaduais. As Operadoras Estaduais elaboram Plano Operativo Anual – POA, documento contendo as previsões de vazão e volume mínimo e máximo, em metros cúbicos por segundo (m^3/s) e hectômetros cúbicos (hm^3), respectivamente, em periodicidade mensal, a serem utilizados no ano correspondente, por categoria de usuário, finalidade de uso e ponto de entrega, respeitada a capacidade operacional do sistema e a outorga de direito de uso.

As Operadoras Estaduais recebem a água nos pontos de entrega e são responsáveis por levá-la até o beneficiário final. Os principais atores são: Ceará: Cogerh (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos; Paraíba: AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas), Pernambuco: Apac (Agência Pernambucana de Águas e Clima) e no Rio Grande do Norte/RN, a entidade responsável é a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH/RN), frequentemente atuando em conjunto com o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN).

As Operadoras Estaduais são responsáveis por estabelecer, em seus respectivos Planos Operativos Anuais, os volumes a serem alocados anualmente aos Pequenos Usuários, Sistema Isolado de Abastecimento de Água (SIAA) e Pequenas Comunidades Agrícolas nos trechos do PISF em seu respectivo Estado. Os Pequenos Usuários, SIAAs e Pequenas Comunidades Agrícolas deverão solicitar previamente autorização para uso da água do PISF à Operadora Estadual.

3.2.4 Licenciamento Ambiental

O processo de licenciamento ambiental do PISF, realizado pelo Ministério da Integração Nacional, atual Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) - órgão ambiental responsável pelo licenciamento - envolveu diversas etapas e estudos para avaliar os impactos ambientais e sociais do empreendimento.

Na primeira fase do licenciamento ambiental do PISF, o Ministério da Integração Nacional (MI) apresentou Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), e solicitou ao Ibama a Licença Prévia para a implantação do projeto. Em sequência, elaborou os estudos ambientais exigidos e os submeteu à análise desse órgão.

Em 29 de abril de 2005, o Ibama emitiu a Licença Prévia (LP) nº 200/2005, atestando a viabilidade ambiental do Projeto de Integração do Rio São Francisco, em consonância com a Resolução n° 29, de 18 de janeiro de 2005, da ANA, que trata da outorga de direito de uso das águas no âmbito do empreendimento.

Após a emissão da Licença Prévia (LP), as recomendações de medidas mitigadoras ou compensatórias apresentadas na Avaliação de Impactos Ambientais do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) foram organizadas em Planos e Programas Ambientais, compondo o Projeto Básico Ambiental (PBA) do PISF, contemplando os Trechos I e II do Eixo Norte e o Trecho V (Eixo Leste), visando à obtenção da Licença de Instalação para a implantação da primeira etapa do PISF.

Em 23/03/2007 o IBAMA concedeu a Licença de Instalação (LI) nº 438/2007 para a implantação dos Trechos I e II do Eixo Norte e Trecho V do Eixo Leste, com vigência estabelecida em quatro anos. Com a execução das obras e tendo em vista a finalização da vigência da LI nº 438/2007, o MI solicitou sua renovação, que foi emitida pelo IBAMA em 08/04/2013, Licença de Instalação nº 925/2013, englobando os dois eixos, com validade até 08/04/2019.

Em 29/07/2016, o MI solicitou, ao Ibama, a Licença de Operação (LO) do Eixo Leste, que após as devidas análises e pendências sanadas, concedeu em 11/10/2018 a Licença de Operação nº 1464/2018 para o Eixo Leste, com validade de 10 anos.

Dessa forma, o empreendimento passou a ter duas fases diferentes (operação no Eixo Leste e instalação no Eixo Norte).

Em 17/10/2018, para a continuidades das obras no Eixo Norte, o MI solicitou a renovação da LI nº 925/2013, tendo o Ibama emitido em 17/03/2020, a Licença de Instalação nº 1344/2020 para a conclusão das obras do Eixo Norte do PISF, com validade de dois anos.

Após a conclusão das obras referentes ao Eixo Norte, em 24/11/2021, o MDR (antigo MI) solicitou ao Ibama a Licença de Operação para o Eixo Norte. Assim, após

a devida análise, em 12/12/2022 o Ibama expediu a Licença de Operação nº 1660/2022, com validade de 10 anos.

3.2.5 Projeto Básico Ambiental - PBA

O Projeto Básico Ambiental (PBA) do PISF constituiu-se em 38 (trinta e oito) Planos e Programas Ambientais a serem implementados durante a fase de implantação do empreendimento, conforme apresentado no **Quadro 2**.

Quadro 2 - Programas Básicos Ambientais no PISF.

PBA	Plano e Programa Ambiental
1	Plano de Gestão, Controle Ambiental e Social das Obras
2	Plano Ambiental de Construção (PAC)
3	Programa de Comunicação Social
4	Programa de Educação Ambiental
5	Programa de Treinamento e Capacitação de Técnicos da Obra em Questões Ambientais, Saúde e Segurança
6	Programa de Identificação e Salvamento de Bens Arqueológicos
7	Programa de Indenização de Terras e Benfeitorias
8	Programa de Reassentamento das Populações
9	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
10	Programa de Supressão de Vegetação das Áreas de Obra e Limpeza dos Reservatórios
11	Programa de Apoio Técnico às Prefeituras
12	Programa de Apoio aos Povos Indígenas
13	Programa de Compensação Ambiental
14	Programa de Conservação e Uso do Entorno e das Águas dos Reservatórios
15	Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Águas ao Longo dos Canais
16	Programa de Fornecimento de Água e Apoio Técnico para Pequenas Atividades de Irrigação ao Longo dos Canais para Comunidades Agrícolas
17	Programa de Desenvolvimento das Comunidades Quilombolas
18	Programa de Apoio e Fortalecimento dos Projetos de Assentamento Existentes ao Longo dos Canais
19	Programa de Regularização Fundiária nas Áreas de Entorno dos Canais
20	Programa de Monitoramento de Vetores e Hospedeiros de Doenças
21	Programa de Controle da Saúde Pública
22	Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia
23	Programa de Conservação de Fauna e Flora
24	Programa de Prevenção à Desertificação
25	Programa de Monitoramento do Sistema Adutor e das Bacias Receptoras
26	Programa de Cadastramento de Fontes Hídricas Subterrâneas
27	Programa de Monitoramento dos Processos Erosivos
28	Programa de Monitoramento de Cargas Sólidas Aportantes nos Rios Receptores e seus Açudes Principais
29	Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos Implantados, em Implantação e Planejados
30	Programa de Apoio às Ações de Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano

31	Programa de Apoio à Redução de Perdas no Sistema de Abastecimento Público e Combate ao Desperdício de Água nas Bacias Receptoras
32	Programa de Apoio ao Saneamento Básico
33	Programa de Segurança e Alerta Quanto às Oscilações das Vazões dos Canais Naturais que Irão Receber as Águas Transpostas
34	Programa de Relocação das Infraestruturas a serem Afetadas pela Implantação do Empreendimento
35	Programa de Acompanhamento da Situação dos Processos Minerários da Área Diretamente Afetada
36	Programa de Monitoramento da Cunha Salina
37	Programa de Corte e Poda Seletiva da Vegetação
38	Programa de Monitoramento, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais na Faixa de Servidão

Fonte: Brasil, 2005.

3.2.6 Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais - PBA 15

O Programa tem como objetivo implantar sistemas de abastecimento de água, visando à melhoria da qualidade de vida das populações, em comunidades situadas na Área Diretamente Afetada (ADA) do PISF, além de reduzir os riscos associados a eventuais tentativas de uso clandestino das águas dos canais e reservatórios.

Durante a fase de estudos ambientais foi constatado no entorno do sistema de canais que conecta o São Francisco aos rios receptores - atravessando o sertão semiárido – a existência de numerosos pequenos povoados e vilas que contavam com suprimento hídrico precário, frequentemente baseado em fontes com baixa confiabilidade quantitativa e/ou água de qualidade inadequada (cacimbas, açudes intermitentes, poços com elevado teor de salinidade, barreiros, etc.).

De acordo com dados apresentados no Programa, à época de sua elaboração, a fonte hídrica mais frequente nas comunidades no período chuvoso era a cacimba (39,6% das localidades), seguida de poço (22,0%) e de açude (16,5%). No período seco a cacimba continuava sendo o manancial mais importante (37,3%), porém 9% das localidades passavam a ser abastecidas por carros-pipa, substituindo principalmente os poços. Apenas 5,1% das localidades contavam com redes de distribuição hídrica domiciliar.

Com o intuito de atender as demandas sociais que fazem parte do cotidiano das populações residentes nas proximidades do traçado das obras, dentre estas, a falta de água, que aflige historicamente aos habitantes de boa parte do semiárido nordestino e ainda, visando coibir os possíveis usos clandestinos da água, o

empreendimento previu a implantação de sistemas de abastecimento de água, visando à melhoria da qualidade de vida das populações.

A abrangência espacial do Programa corresponde a ADA dos Eixos Norte e Leste (Trechos I, II e V), que compreende uma faixa de 10 km, tendo como eixo central o traçado do canal, abarcando os seguintes municípios:

- Em Pernambuco: Floresta; Betânia; Custódia; Sertânia; Cabrobó; Salgueiro; Terra Nova; e Verdejante;
- No Ceará: Penaforte; Jati; Brejo Santo; Mauriti; e Barro;
- Na Paraíba: Monteiro; Monte Horebe; Cajazeiras e São José de Piranhas.

A metodologia de execução do Programa foi estruturada em quatro fases distintas:

- 1ª Fase - Licitações e Contratações dos Projetos dos Sistemas de Abastecimentos de Água;
- 2ª Fase - Elaboração dos Estudos e Projetos;
- 3ª Fase - Celebração de Convênios ou Parcerias para Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água; e,
- 4ª Fase - Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água.

O Programa estabeleceu ainda, em sua metodologia, que o projeto deveria priorizar soluções de abastecimento de água a partir dos reservatórios do empreendimento, visando a atendimento das localidades mais populosas e aquelas menores situadas próximas ao traçado do sistema adutor. Além de que, as comunidades com mais dificuldade de serem abastecidas a partir do canal ou dos reservatórios do sistema deveriam ter estudadas soluções alternativas de abastecimento, de maneira que essas comunidades sejam contempladas.

O público beneficiário previsto inicialmente pelo Programa era composto por 255 comunidades e povoados rurais, nos quais viviam cerca de 9.550 famílias, e aproximadamente 45 mil pessoas, localizadas nas cercanias dos canais e reservatórios da primeira etapa do empreendimento, Eixo Norte (Trechos I e II) e Eixo Leste (Trecho V).

Conforme informações disponibilizadas pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, o quantitativo de localidades e povoados rurais foi,

posteriormente, atualizado e complementado com a inserção de novos beneficiários dos demais Programas Ambientais, totalizando assim, 325 (trezentos e vinte e cinco) comunidades a serem atendidas no âmbito do Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais, nos Eixos Norte Leste.

No Eixo Norte do PISF, objeto do presente estudo, que compreende os estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba, 169 comunidades rurais situadas na ADA (10km) e na área de abrangência do empreendimento, serão beneficiadas com a implantação de sistemas de abastecimento de água.

O **Quadro 3** apresenta o quantitativo de comunidades rurais beneficiárias do Programa, classificadas por estado e município.

Quadro 3 - Quantitativo de comunidades beneficiárias pelo Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Águas ao Longo dos Canais no Eixo Norte do PISF.

Estado	Nº de Municípios	Municípios	Nº de Comunidades
Pernambuco	06	Cabrobó, Salgueiro, Verdejante, Mirandiba, Parnamirim, e Terra Nova	70
Ceará	05	Penaforte, Jati, Brejo Santo, Mauriti e Barro.	81
Paraíba	03	São José de Piranhas, Cajazeiras, Monte Horebe.	18
Total	**14**		**169**

Fonte: MIDR, 2025

De acordo com dados levantados junto ao MIDR, para execução do Programa, foram realizados convênios com os governos estaduais de Pernambuco, Ceará e Paraíba, contemplando a implantação, operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água das comunidades rurais beneficiárias.

No estado de Pernambuco, o MIDR firmou o Termo de Compromisso 71/2015 com a Companhia Pernambucana da Saneamento – Compesa, com total pactuado de R$ 41.133.152,43, para implantação de sistemas de abastecimento de água em 67 comunidades rurais situadas na Área Diretamente Afetada (ADA) dos Eixos Norte e Leste. Ainda em Pernambuco, foi firmado o TC 73/2015 com a Secretaria de Desenvolvimento Agrário, Agricultura, Pecuária e Pesca – SDA, com valor de total de R$ 82.002.183,22, sendo R$ 60.002.183,22 de aporte do MIDR e R$ 22.000.000,00 de contrapartida do estado, para atendimento de 41 comunidades rurais situadas no entorno dos Eixos Norte e Leste. De acordo com informações do Ministério, outros

cinco sistemas deverão compor um novo Termo de Execução Descentralizada (TED) com o estado do Pernambuco cujas tratativas seguem em discussão.

No Ceará, o MIDR firmou parceria com a Secretaria de Cidades – SCIDADES, por meio do TC 72/2015, cujo valor pactuado foi de R$ 126.142.994,43, sendo R$ 112.749.013,08 de aporte do MIDR e R$ 13.939.981,35 de contrapartida do estado, beneficiando 86 comunidades rurais do Eixo Norte.

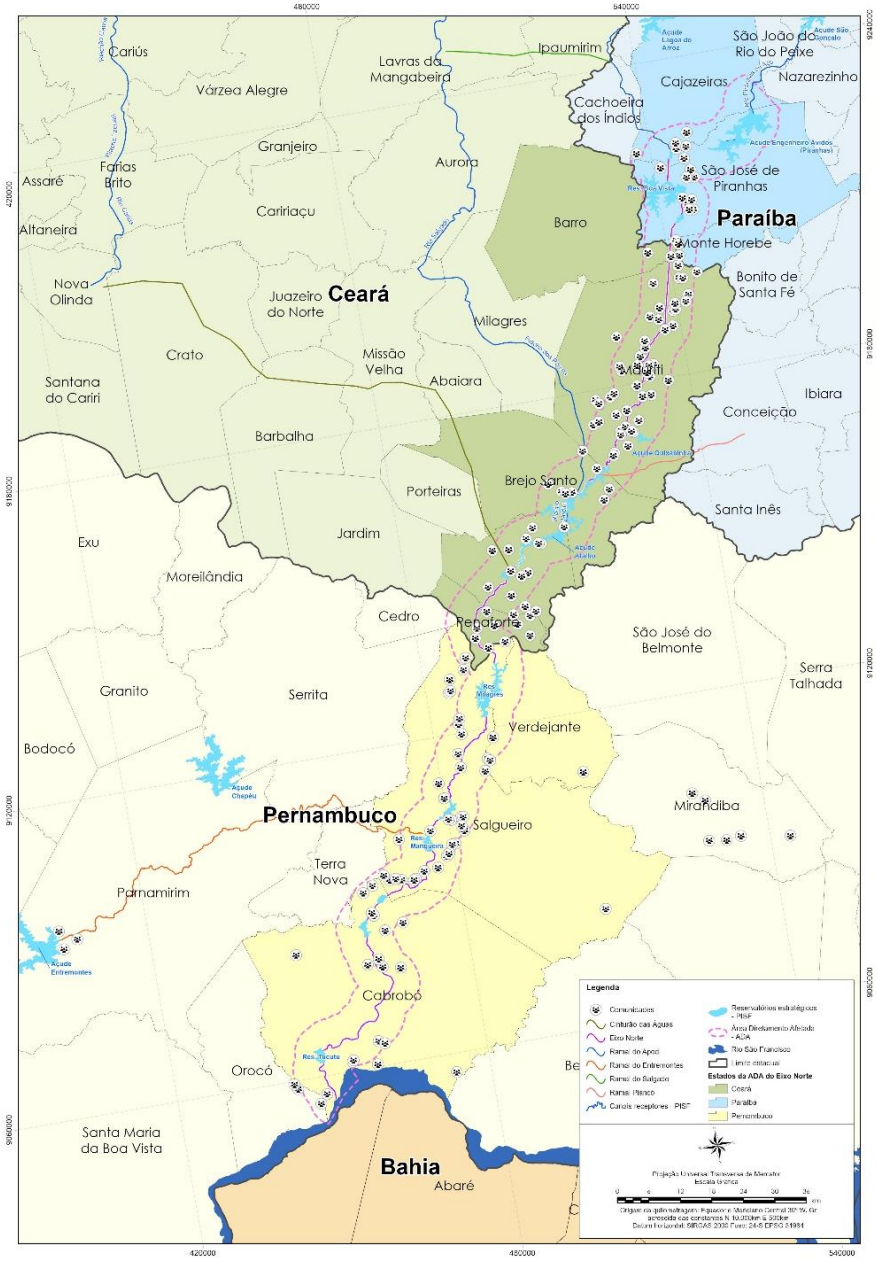
No estado da Paraíba, o MIDR firmou o TC 74/2015 com a Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos – SEIRHMA, com valor de R$ 39.819.797,24, para atendimento de 40 comunidades rurais situadas no entorno dos Eixos Norte e Leste do PISF.

3.3 LOCALIZAÇÃO E CARATERÍSTICAS POPULACIONAIS DAS COMUNIDADES ATENDIDAS

A área de estudo compreende a Área Diretamente Afetada (ADA) do Eixo Norte do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), onde estão situadas comunidades rurais beneficiadas com a implantação de sistemas de abastecimento de água.

A ADA do Eixo Norte, de acordo com as definições constantes no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do PISF corresponde a uma faixa de 5 km de largura a partir do eixo do empreendimento. Nesta área, em que se situam 12 (doze) municípios dos estados de Pernambuco (Cabrobó, Salgueiro, Terra Nova e Verdejante), Ceará (Penaforte, Jati, Brejo Santo, Mauriti, Barro) e Paraíba (São José de Piranhas, Monte Horebe e Cajazeiras), ocorrem os principais impactos do empreendimento e, também, as principais medidas mitigadoras desses impactos, estabelecidas no âmbito do Projeto Básico Ambiental do PISF. Além destes municípios, foram considerados outros 2, em função do atendimento à públicos específicos dos Programas Ambientais, como o de comunidades quilombolas (**Figura 2**).

Figura 2 - Área Diretamente Afetada ao longo do Eixo Norte do PISF.



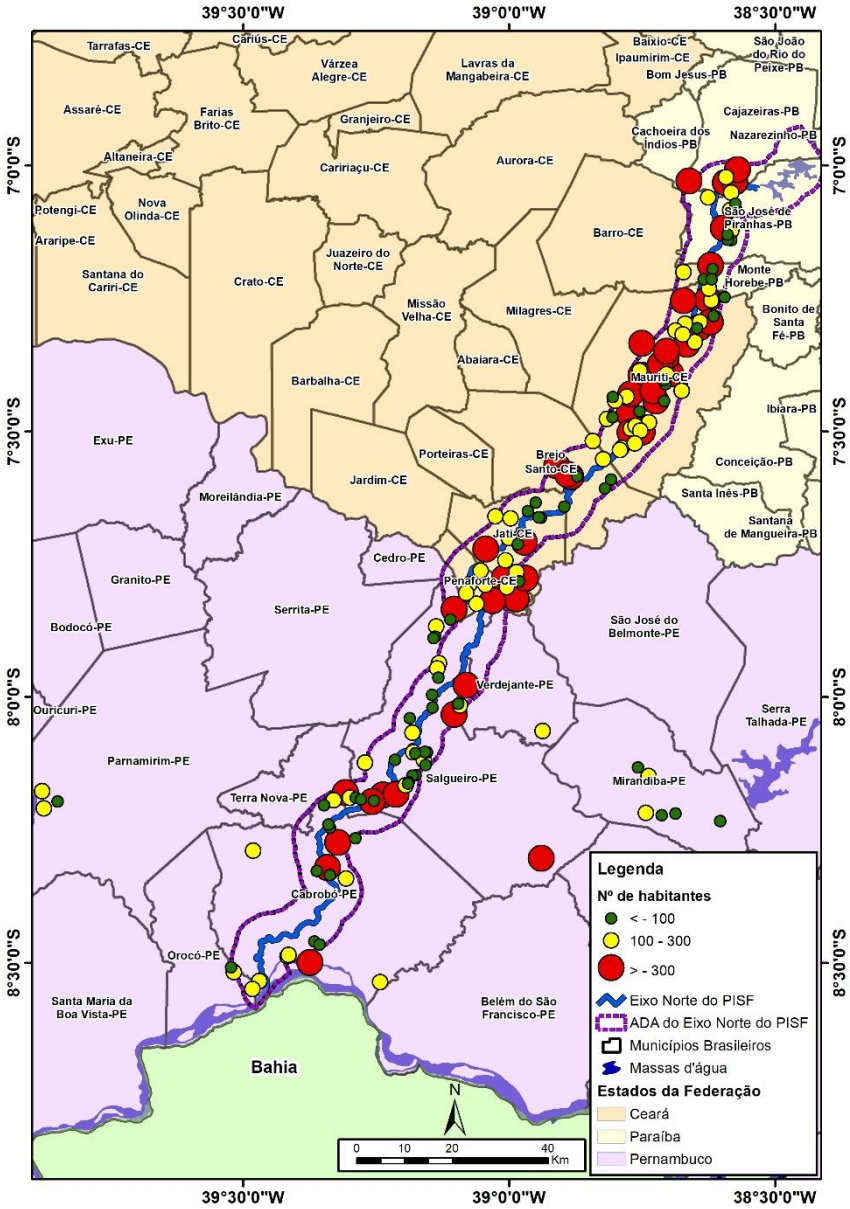
Fonte: A autora, 2025.

O público beneficiário da implantação de sistemas de abastecimento de água no Eixo Norte do Projeto São Francisco corresponde a 169 (cento e sessenta e nove) comunidades rurais, para os quais previu-se a instalação de 77 (setenta e sete) sistemas de abastecimento de água, os quais atendem a uma ou mais comunidades. Na **Figura 3**, obtida a partir de informações fornecidas pelo MIDR via requerimento de acesso à informação, o qual se encontra no **Apêndice C**, verifica-se a distribuição populacional das comunidades atendidas pelo referido programa, em levantamento realizado no ano de 2013. À época deste levantamento, haviam aproximadamente 58.515 habitantes nas comunidades a serem beneficiadas pelo abastecimento hídrico

resultantes das ações conduzidas pelo MIDR. O estado do Ceará possuía o maior número de atendidos, com 37.051 habitantes nas comunidades em seus municípios. O estado de Pernambuco apresenta o segundo maior número de beneficiários, com 17.004 habitantes, enquanto a Paraíba apresentava 4.460 moradores em suas comunidades atendidas.

Um aspecto que chama a atenção é a distribuição irregular da concentração populacional, as quais se concentram de forma mais proeminente nos municípios de Mauriti, Penaforte, Brejo Santo, e Jati, no Ceará, Salgueiro e Cabrobó em Pernambuco, e Cajazeiras, Monte Horebe e São José de Piranhas, na Paraíba.

Figura 3 - Concentração populacional das comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF.

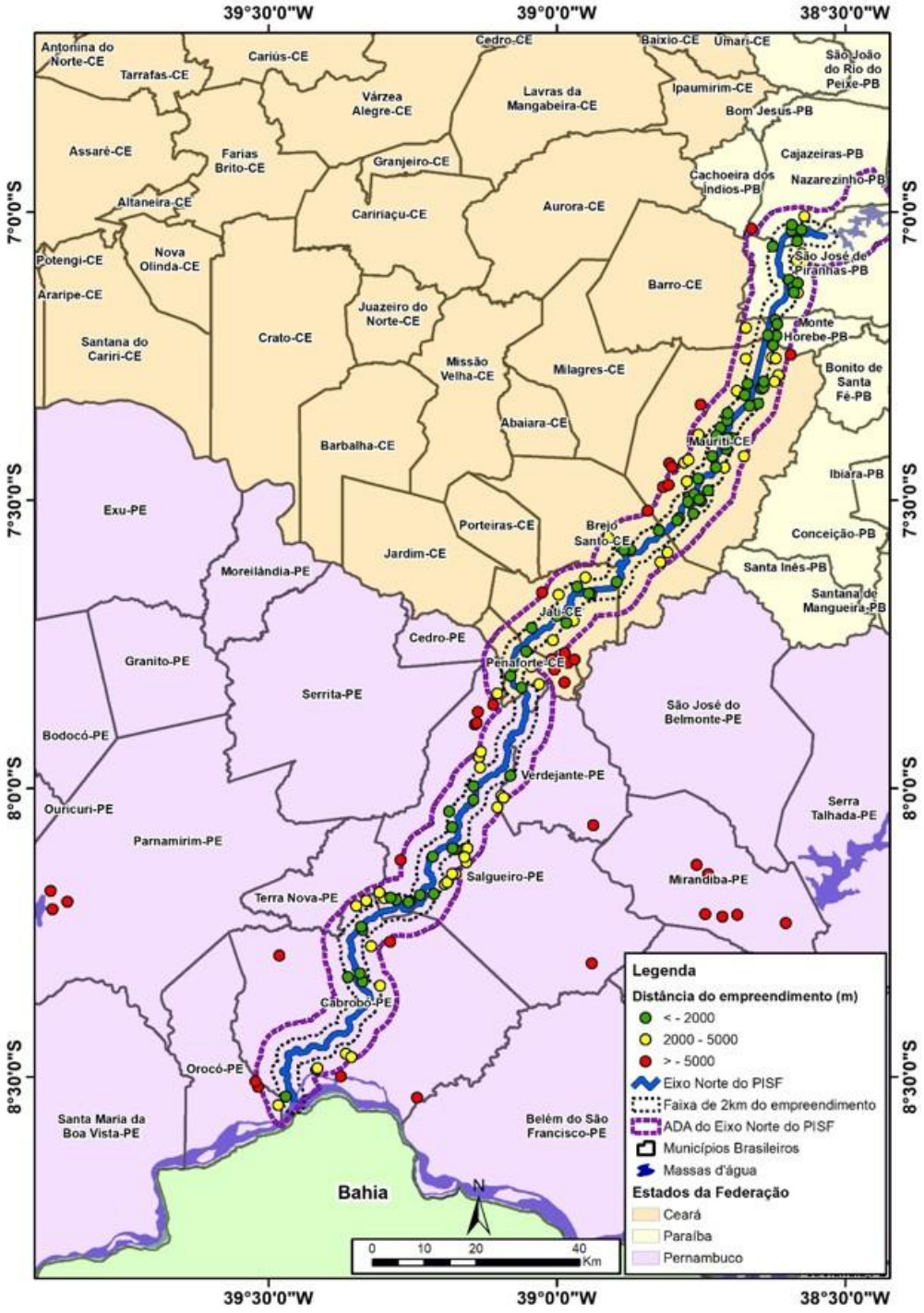


Fonte: MIDR, (2025).

Também se faz pertinente considerar as distâncias destas comunidades em relação Eixo Norte do PISF. Este é um fator muito relevante, uma vez que impacta diretamente na viabilidade da implantação de captação diretamente no canal do Eixo Norte, ou em seus reservatórios. Considerando a totalidade das 169 comunidades atendidas, ou em atendimento pelo programa, 77 (45,6%) delas situam-se a até 2 quilômetros de distância em linha reta com relação ao empreendimento. 55 comunidades, correspondentes à 35,2%, se encontram entre 2 e 5 quilômetros de distância, enquanto 37 (21,9%) das comunidades se encontra acima de 5 quilômetros de distância.

As distâncias elevadas de parte considerável das comunidades com relação ao empreendimento obrigam a utilização de diversas soluções de abastecimento, entre as quais, captação de água subterrânea, de forma predominante, além de captação em outros mananciais superficiais, bem como, de modo emergencial, uso de carros-pipa, para localidades com escassez hídrica severa. A **Figura 4**, a seguir, apresenta a distribuição espacial das comunidades classificando-as com relação ao seu distanciamento do Eixo Norte do PISF.

Figura 4 - Distância das comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF ao empreendimento.

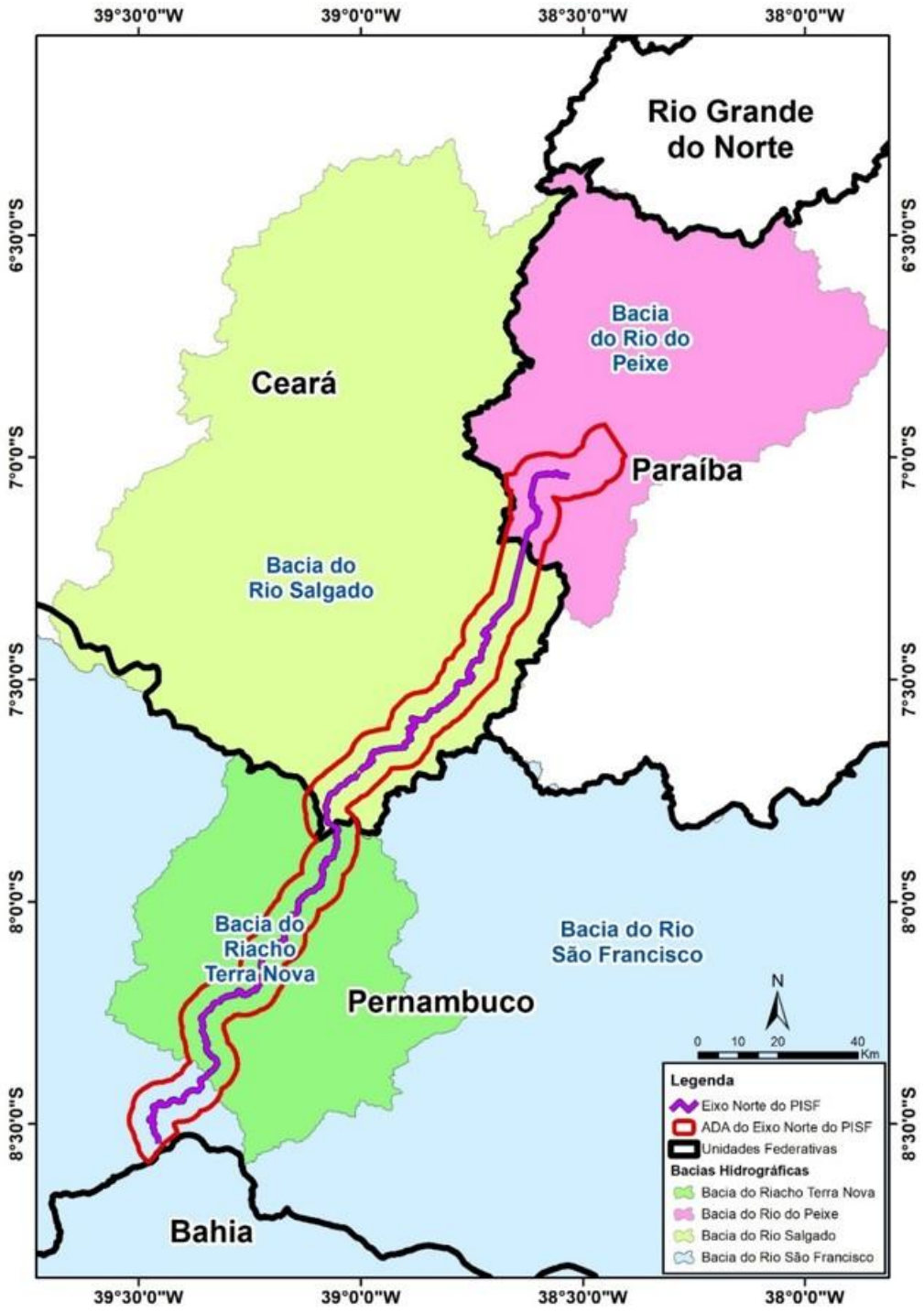


Fonte: MIDR, (2025).

3.3.1 Características hidrogeológicas e localização de poços

A área de estudo compreende áreas localizadas em quatro bacias hidrográficas. No estado de Pernambuco, a bacia do Riacho Terra Nova e um pequeno trecho da bacia do Rio São Francisco, no estado da Paraíba, a bacia do Rio do Peixe, e no Ceará, bacia do Rio Salgado, como pode ser observado na **Figura 5**.

Figura 5 - Bacias Hidrográficas ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF.



Fonte: ANA, (2016).

Em termos de condições hidrogeológicas, os municípios da ADA do Eixo Norte se encontram principalmente sob dois domínios: Aquíferos Fissurais e Aquíferos Porosos, de acordo com o **Mapa Hidrogeológico do Brasil**, (CPRM, 2014):

- **Aquíferos Fissurais**: Condição de grande parte da ADA do Eixo Norte, caracterizada por baixas precipitações e domínio de rochas cristalinas ou

metavulcanossedimentares. Essas áreas apresentam condições deficitárias de recarga, alimentação e circulação de água, resultam em reservatórios restritos, aleatórios, pouco produtivos e, como consequência, fornecem águas geralmente salinizadas. Em função da baixa produtividade dessas estruturas geológicas, ocorre, em muitos casos, o abandono dos poços perfurados.

- **Aquíferos Porosos**: Provenientes de áreas de bacias sedimentares, conta com áreas de produtividade variável desde mais baixas, a altas produções e regiões específicas, em função de sua diversidade litológica (composta por arenitos, folhelhos, argilas e conglomerados).

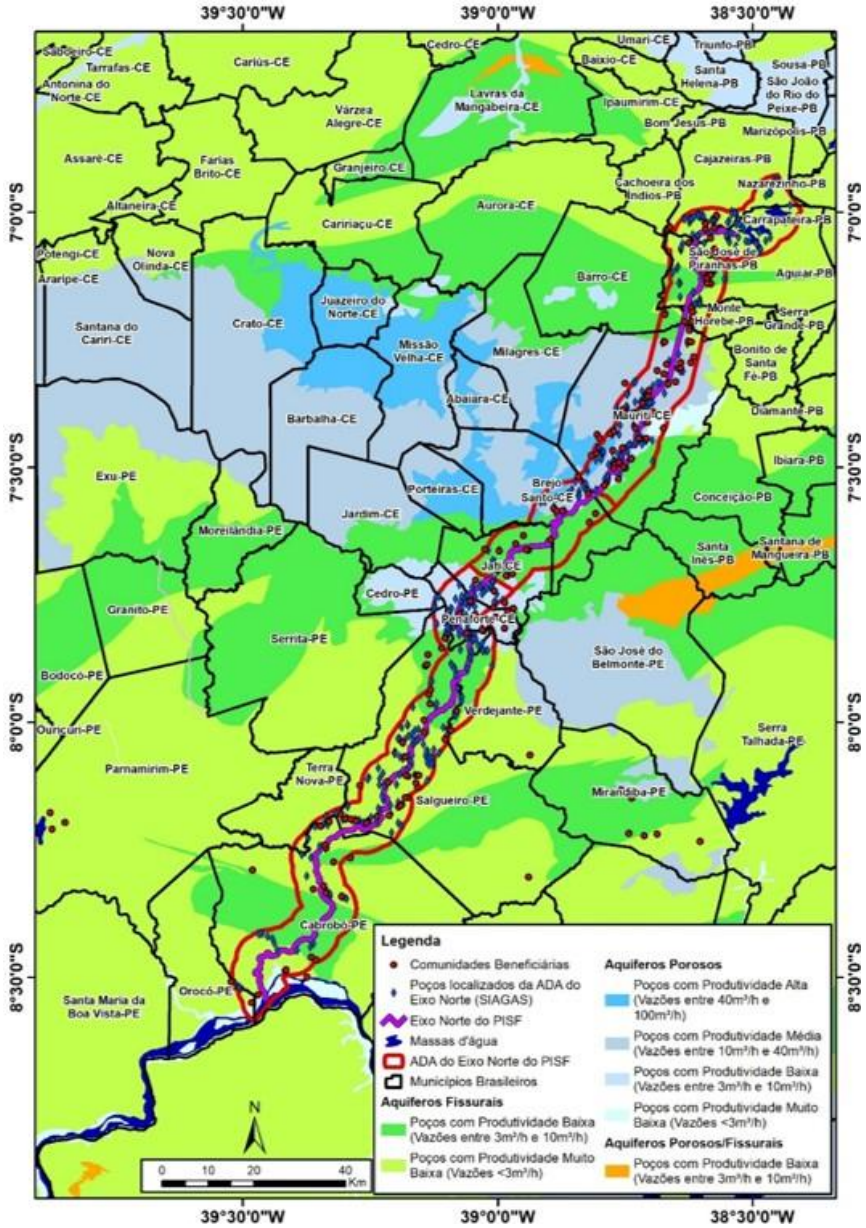
Estas bacias hidrográficas que possuem território na área de estudo, resume-se sua condição hidrogeológica a seguir:

- **Bacia hidrográfica do Riacho Terra Nova**: Bacia dominada por aquíferos fissurais de baixa (Vazões entre 3m³/h e 10m³/h) e muito baixa (Vazões <3m³/h) produção, integrantes das unidades geológicas Complexo Cabrobó, Complexo Lagoa das Contendas, Complexo São Caetano, Complexo Salgueiro – Riacho Gravatá, e Formação Santana dos Garrotes. Apenas em sua porção norte, em áreas de divisa entre os estados de Pernambuco e Ceará, apresenta áreas de aquíferos porosos, também de baixa produtividade (Vazões entre 3m³/h e 10m³/h), integrante da Formação Mauriti.
- **Bacia hidrográfica do Rio São Francisco**: Na pequena porção desta bacia compreendida na ADA do Eixo Norte do PISF, as características hidrogeológicas se assemelham às da bacia do Riacho Terra Nova, que apresenta aquíferos fissurais do Complexo Cabrobó, com áreas variáveis de baixa e muito baixa produtividade.
- **Bacia hidrográfica do Rio Salgado**: Nesta bacia, os aquíferos porosos apresentam diversidade quanto ao potencial de produção hídrica, notadamente no Complexo Mauriti, com áreas de muita baixa, baixa e também média (Vazões entre 10m³/h e 40m³/h) produção, além da Formação Brejo Santo, de média produção, e menores áreas de alta produtividade (Vazões entre 40m³/h e 100m³/h) na Formação Missão Velha. Já quanto aos aquíferos fissurais na bacia, têm-se a Formação Santana dos Garrotes com baixa produtividade hidrogeológica.

- **Bacia hidrográfica do Rio do Peixe:** Relativo às condições hidrogeológicas da ADA do Eixo Norte nesta bacia hidrográfica, a predominância é de aquíferos fissurais têm-se a Formação Santana dos Garrotes e o Grupo Seridó com baixa produtividade, e a Suíte Intrusiva Várzea Alegre, o Complexo Granjeiro e o Complexo Piancó com produções muito baixas.

Estas condições influenciam em grande medida a disponibilidade de recursos hídricos aos quais as populações podem fazer uso. Na **Figura 6** pode-se observar a distância dos poços ao Eixo Norte do PISF, bem como o arcabouço hidrogeológico da região.

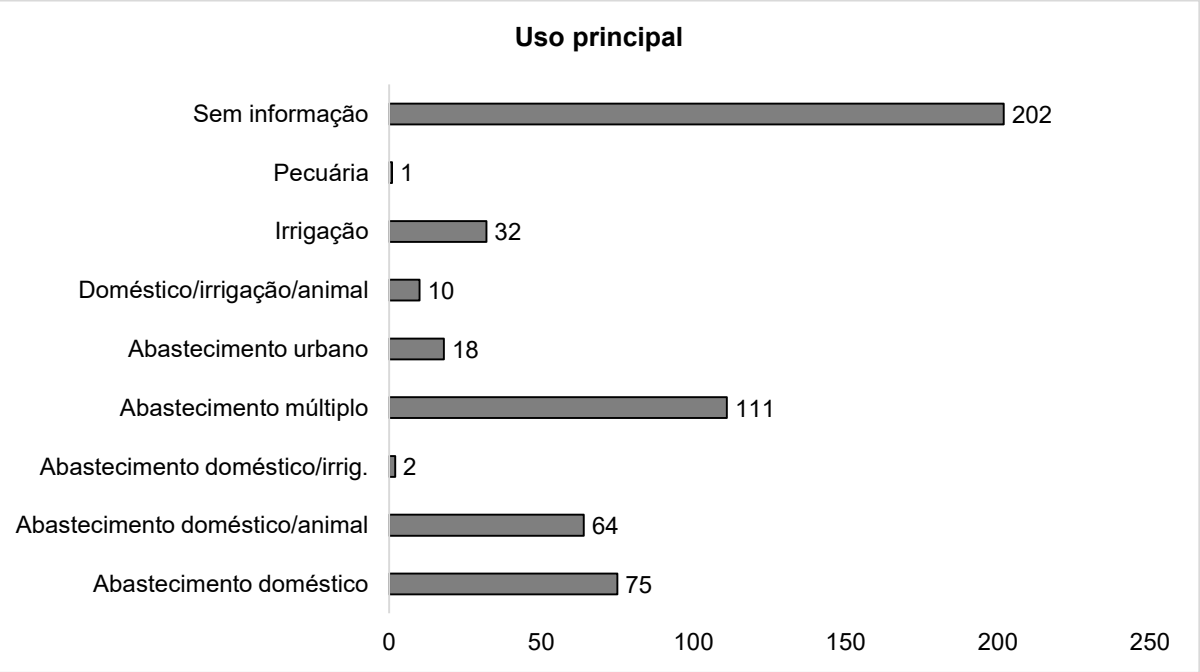
Figura 6 - Características hidrogeológicas e distribuição dos poços perfurados ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF.



Fonte: Adaptado da CPRM (2014).

Relativo aos poços perfurados na área da ADA do Eixo Norte do PISF, segundo a base de dados hidrogeológicos disponibilizados pela CPRM (2024), observa-se uma diversidade de situações e usos da água captada. Apesar de uma relevante quantidade de poços não apresentar a informação quanto ao uso do recurso hídrico captado, nota-se uma predominância da utilização da água visando o abastecimento para múltiplas finalidades, como o uso doméstico e a dessedentação animal como categorias de uso predominantes. A irrigação, o abastecimento urbano aparece como usos secundários da água captada por estes poços, como pode ser observado na **Figura 7**, a seguir.

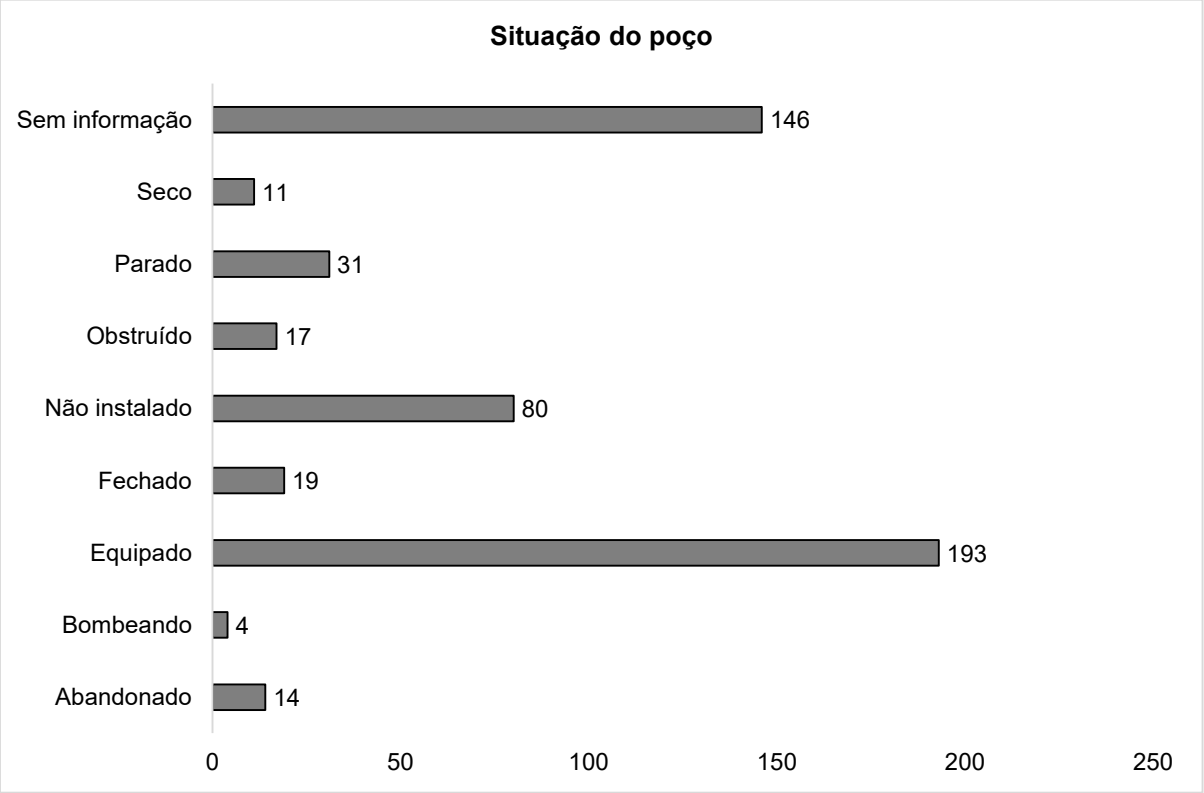
Figura 7 - Uso principal da água dos poços perfurados ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF.



Fonte: CPRM (2014).

Quanto à situação operacional dos poços, uma considerável quantidade não apresentava informação (**Figura 8**), porém, quanto àqueles que disponibilizavam dados, observou-se que 193 poços se encontravam completamente equipados, 80 não estavam instalados, e outro 92 poços se distribuíam entre parados, fechados, obstruídos, abandonados e secos, denotando desta maneira, uma forte recorrência de poços que não conseguiu obter o retorno esperado quando da sua instalação. As condições hidrogeológicas são um condicionante crucial na determinação da potencialidade do uso dos recursos hídricos subterrâneos, como destacou Chougar et al. (2024)**.**

Figura 8 - Situação dos poços perfurados ao longo da ADA do Eixo Norte do PISF.



Fonte: CPRM (2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Como destacado no Capítulo 2.3, a área de estudo desta pesquisa compreende a Área Diretamente Afetada (ADA) do Eixo Norte do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), especificamente as comunidades rurais situadas majoritariamente em seu interior.

As comunidades beneficiárias do Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais (PBA 15) no Eixo Norte do PISF, correspondem a um total de 169, localizadas em 14 municípios, distribuídos entre os estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba. Estas comunidades, à época do levantamento realizado pelo MIDR, possuíam cerca de 58,5 mil habitantes. Dentre estas comunidades, 78,1% se localizam a até 5km de distância dos canais e reservatórios integrantes do projeto.

Em termos geológicos, as comunidades se situam predominantemente sobre áreas de embasamento cristalinos, e se dividem em domínios de aquíferos fissurais, ou aquíferos porosos, com áreas de contribuição de várias bacias hidrográficas, quais sejam: Bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Bacia hidrográfica do Riacho Terra Nova, Bacia hidrográfica do Rio Salgado e Bacia hidrográfica do Rio do Peixe.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, CONSIDERANDO INFRAESTRUTURA, FONTE HÍDRICA E PÚBLICO ATENDIDO

Coleta de Dados

Para caracterização dos sistemas de abastecimento de água do Projeto de Integração do Rio São Francisco, utilizou-se planilhas de controle e relatórios oficiais disponibilizados pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), as quais forneceram as seguintes informações:

- Comunidades e população beneficiária;
- Localização;
- Status de implantação e tipo de sistemas de abastecimento de água;
- Fonte hídrica.

Os dados levantados foram organizados, processados e sistematizados em uma planilha eletrônica (Excel). A partir das coordenadas geográficas, foi elaborado um mapa de localização das comunidades beneficiárias e dos sistemas de abastecimento, utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual possibilitou a visualização espacial dos dados, auxiliando na compreensão dos padrões, relações e contextos geográficos.

Análise de Dados

As informações foram analisadas, permitindo a formação de um panorama detalhado dos sistemas previstos. Com base nos dados disponíveis (comunidades beneficiárias, localização por municípios/estados, coordenadas geográficas, tipo de sistema, status de implantação, fonte hídrica e público atendido), definiu-se os indicadores quantitativos para avaliar a execução do projeto.

A seguir, é apresentado uma lista de indicadores organizados por categoria, cada um com uma breve explicação:

Situação de Implantação

Percentual de comunidades com sistemas:

- **Implantados:** calculado como (nº de comunidades com sistemas implantados / nº total de previstos) × 100;
- **Em execução:** (nº de comunidades com sistemas em execução / nº total de previstos) × 100;
- **Não iniciados:** (nº de comunidades com sistemas não iniciados / nº total previstos) × 100.

Serão esses os indicadores a serem utilizados para identificar o grau de avanço físico, fornecendo uma visão geral do andamento do projeto.

Destaca-se que o termo “implantado” utilizado pelo MIDR deve ser entendido como “concluído fisicamente” e não “em operação”.

Cobertura Geográfica

- **Distribuição de comunidades e situação de implantação por estado:** Indica a divisão geográfica do projeto entre os estados atendidos, mostrando a porcentagem (ou número) de localidades beneficiadas e a situação de

implantação em cada Estado. É calculado como (nº de comunidades com sistemas implantados / nº total de comunidades previstas) × 100; (nº de comunidades com sistemas em execução / nº total de comunidades previstas) × 100; e, (nº de comunidades com sistemas não iniciados / nº total de comunidades previstas) × 100, para cada Estado beneficiado. Esse indicador esclarece onde os esforços do PISF estão concentrados regionalmente.

População Beneficiária

- **População atendida por sistema por estado:** Indica o **contingente populacional** beneficiário em cada sistema de abastecimento de água, mostrando a porcentagem (ou número) de pessoas beneficiadas em cada Estado. É calculado como (nº de habitantes com sistemas implantados / nº total de habitantes beneficiários previstos). Este indicador esclarece em grau em que a população prevista está sendo atendida com implantação dos sistemas.

Fontes Hídricas

- **Percentual de sistemas com fonte hídrica superficial ou subterrânea:** Porcentagem de sistemas que captam água de **fontes superficiais** (rios, açudes, canais) e porcentagem de sistemas que utilizam **fontes subterrâneas** (poços ou aquíferos) como abastecimento principal ou complementar em relação ao total. O cálculo é (nº de sistemas com fonte superficial / total de sistemas) × 100 e (nº de sistemas com fonte subterrânea / total de sistemas) × 100. Um valor elevado (próximo da maioria dos sistemas) pode indicar que o projeto São Francisco tem sido uma alternativa de fonte de abastecimento água e confirma que o projeto está cumprindo seu objetivo de aproveitar a transposição do São Francisco e em que medida águas subterrâneas ainda são utilizadas.

Tipo de Sistema

- **Percentual de Sistemas Abastecimento de Água (SAA) e de Soluções Alternativas Coletivas (SAC):** Porcentagem de sistemas que possuem infraestrutura de tratamento de água instalada. O cálculo é (nº de Sistemas Abastecimento de Água (SAA)/ total de sistemas) × 100 e (nº de Soluções Alternativas Coletivas (SAC)/ total de sistemas) × 100. Esse indicador verifica

o grau de “não-convencionalidade” do abastecimento: alto %SAA indica dependência de soluções alternativas, comum em áreas difusas/isoladas.

Cada um desses indicadores fornece uma perspectiva diferente sobre a implementação e os resultados do PISF. Em conjunto, eles permitem avaliar quantitativamente o andamento das obras, a adequação das soluções implantadas, a utilização das fontes de água planejadas e o grau em que a população prevista está sendo atendida pelo programa. Dessa forma, é possível identificar conquistas e gargalos do projeto, subsidiando decisões de gestão e comunicação dos resultados alcançados.

4.2.1 Análise da situação operacional dos sistemas implantados e identificação dos principais desafios técnicos, operacionais e de governança que impactam o funcionamento dos sistemas de abastecimento de água.

Coleta de Dados

Considerando que a implantação, operação e manutenção dos sistemas são de responsabilidade dos estados, para esta fase da pesquisa foram utilizadas como fonte de dados, além das informações sistematizadas, os relatórios operacionais disponibilizados pelos órgãos estaduais e relatórios de acompanhamento do MIDR.

As informações foram solicitadas via endereço eletrônico e Sistema da Ouvidoria para cada uma das instituições parceiras do Ministério na execução dos Termos de Compromissos. No requerimento de dados constaram as seguintes solicitações: lista de comunidades rurais, quantitativo beneficiários e status do processo de implantação dos sistemas de abastecimento de água (Implantado, Em Operação, Em Execução e Não Iniciado); tipo de sistema de abastecimento: Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Solução Alternativa Coletiva (SAC) ou Solução Alternativa Individual (SAI); e, para os sistemas de abastecimento “Em Operação”, foram solicitadas informações do modelo e estrutura organizacional responsável pela gestão, operação e manutenção das estruturas adotados nas comunidades beneficiárias e, se houver, os principais fatores que dificultam a operação.

Em resposta ao requerimento de dados, o estado do Ceará encaminhou as informações solicitadas referente à execução do Termo de compromisso (TC) 0072/2015 firmado entre o Ministério da Integração Nacional, agora Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), e o Estado do Ceará, por

intermédio da Secretaria das Cidades (SCidades). O estado de Pernambuco emitiu, via sistema da Ouvidoria, resposta sobre a execução do Termo de Compromisso nº 0071/15 firmado entre o MIDR e o Estado de Pernambuco, com a interveniência da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), bem como sobre a execução do Termo de Compromisso nº 073/15 celebrado entre o MIDR e a Secretária de Desenvolvimento Agrário (DAS). Destaca-se que o estado da Paraíba não emitiu respostas às diversas solicitações de informações sobre a execução do TC 74/2015 entre o MIDR e a Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos, requeridas via ofício e via sistema da Ouvidoria.

Análise de dados

Para esta análise, foi considerada a totalidade de comunidades com sistemas de abastecimento de água implantados, com e sem operação, que conforme dados analisados no Objetivo Específico 1, correspondem à 103 (cento e três) das 169 (cento e sessenta e nove) comunidades previstas, para identificar os obstáculos técnicos, operacionais e de governança que impactam na sua funcionalidade.

A análise destes dos elementos que impactam a gestão hídrica apresenta grande lastro em investigações conduzidas pela comunidade científica, a qual aponta uma diversidade de fatores pertinentes a este objeto. Elementos como a baixa capacidade técnica e de infraestrutura, orçamento e coordenação, foram observadas por Sychareun et al. (2025), como pertinentes à análise da condição gestão hídrica. Em seu estudo Jojozi et al. (2025), observam que infraestruturas envelhecidas, alocação ineficiente de recursos e ambientes operacionais complexos dificultam a plena efetivação da oferta do serviço de abastecimento. Ao explorar as barreiras institucionais à gestão hídrica rural em Gana, Angmor et al, (2024) observaram que o monitoramento irregular, a falta de auditoria financeira, e baixo suporte técnico, além da falta de engajamento comunitário implicam em dificultantes à uma eficiente oferta hídrica em comunidades rurais.

Considerando estes referenciais, foram elencados os elementos a serem investigados ao se buscar analisar a situação do abastecimento hídrico nas comunidades atendidas pelo PBA 15 na ADA do Eixo Norte do PISF. Para as referidas comunidades com sistemas implantados, foram aferidos os seguintes indicadores:

Percentual de comunidades com sistemas em operação: visa aferir o grau de efetividade da etapa pós-implantação dos sistemas de abastecimento de água, verificando se as infraestruturas construídas encontram-se funcionando de forma regular e prestando o serviço de abastecimento às comunidades beneficiárias.

- **Implantados:** calculado como (nº de comunidades com sistemas implantados / nº total de previstos) × 100;
- **Sem Operação:** calculado como (nº de comunidades com sistemas implantados sem operação / nº total de previstos) × 100;
- **Em Operação:** (nº de comunidades com sistemas em operação / nº total de previstos) × 100;

Identificação de Barreiras Percebidas à Operação: visa medir quais obstáculos – técnicos, institucionais e de governança, econômico-financeiras, sociais e comunitárias que os gestores apontaram ao bom funcionamento dos sistemas de abastecimento em operação, classificadas em:

- **Barreiras Técnicas:** relacionadas às condições físicas e operacionais do sistema, como: a) Fonte hídrica: intermitência, redução de vazão, salinidade, contaminação; b) Infraestrutura: falhas em bombas, adutoras, reservatórios, redes e sistemas elétricos; c) Energia: interrupções no fornecimento, custos elevados, ausência de fontes alternativas (solar); d) Qualidade da água: ausência ou ineficiência de tratamento, dificuldades de controle e monitoramento; e) Manutenção: inexistência de manutenção preventiva, dificuldade de acesso a peças e assistência técnica.
- **Barreiras Institucionais e de Governança*:*** relacionadas à organização, responsabilidades e coordenação dos atores envolvidos, como: a) Arranjo institucional indefinido: ausência de clareza sobre o ente responsável pela operação; b) Fragmentação de competências: conflitos ou sobreposição entre estado, município e comunidade; c) Baixa capacidade institucional local: carência de equipes técnicas capacitadas; d) Descontinuidade administrativa: mudanças de gestão pública e perda de prioridade política; e) Integração insuficiente com políticas setoriais: saneamento, recursos hídricos e desenvolvimento rural.

- **Barreiras Econômico-Financeiras:** *a*ssociadas à sustentabilidade financeira dos sistemas, como: Insuficiência de recursos para operação e manutenção (O&M); Inadimplência ou inexistência de tarifa; Dependência excessiva de subsídios públicos; Custos elevados de energia, produtos químicos e manutenção.
- **Barreiras Sociais e Comunitárias:** relacionadas à participação e apropriação social do sistema, como: Baixo engajamento da comunidade na gestão do sistema; Fragilidade das associações/comissões locais; Conflitos internos ou falta de consenso comunitário; *e,* Baixa percepção do valor do serviço e da água tratada.

Em associação à estas barreiras, o modelo de gestão exerce forte influência na condição do abastecimento hídrico, sobretudo em comunidades rurais. Modelos integrados de gestão podem favorecer a melhoria da oferta deste serviço, como aponta (Saldaña Almazán et al., 2025b), além de que, a interação entre os agentes envolvidos é indispensável ao se buscar uma gestão hídrica eficiente, como destaca (Singh; Pandey; Singh, 2024). Neste sentido, são elencados, a seguir, os tipos de modelos gestão hídrica, para investigação sobre quais atuam na área objeto deste estudo.

Modelo de Gestão do Sistema: visa aferir a organização e responsabilidade (agentes envolvidos) pela operação e manutenção do sistema.

- **Gestão Pública Direta:** o sistema é operado diretamente por ente público: Estadual (companhia estadual de saneamento ou órgão gestor específico) e Municipal (prefeitura, autarquia ou serviço municipal de saneamento).
- **Gestão Comunitária:** o sistema é operado por organização local: Associação comunitária; Comissão de usuários; Cooperativa rural.
- **Gestão Compartilhada:** responsabilidades distribuídas entre diferentes atores: Estado + Município; Estado + Comunidade; Município + Comunidade, (ex.: SISAR – Ceará).

Após a aferição dos indicadores, realizou-se a sistematização das informações obtidas junto aos órgãos gestores, identificando-se os entraves à operação dos sistemas.

Em seguida, realizou-se a triangulação entre as informações qualitativas e quantitativas obtidas, gerando o mapeamento e identificação das inter-relações entre fatores internos (técnicos e operacionais) e externos (institucionais e de governança), que representam pontos críticos e gargalos para operacionalização dos sistemas, fundamentando a proposição de soluções alinhadas à realidade dos sistemas de abastecimento do PISF.

4.2.2 Estimativa da vulnerabilidade dos sistemas, considerando dimensões ambientais, técnicas e de governança que impactam a sustentabilidade operacional do sistema, e proposição de estratégias para superação das problemáticas identificadas

Após a aferição dos indicadores, realizou-se a sistematização das informações obtidas junto aos órgãos gestores, identificando-se os entraves técnicos, e barreiras de governança. Os dados coletados foram tabulados e analisados por meio de uma ferramenta de gestão de riscos, denominada matriz de vulnerabilidades.

A partir da triangulação das informações obtidas, gerou-se um mapeamento dos fatores físicos (localização e hidrogeológicos), internos (técnicos e operacionais), e externos (institucionais e de governança), que podem representar pontos críticos e gargalos para operacionalização dos sistemas.

Os critérios foram analisados com base em uma projeção de impacto de cada variável frente ao sistema de abastecimento, agrupando-os em aspectos hidrogeológicos, operacionais e de governança.

Em termos hidrogeológicos, foram consideradas a localização da comunidade abastecida referente ao tipo de aquífero (Poroso ou Fissural) ao qual se encontram. Essas condições influenciam na potencialidade de exploração da água subterrânea, sendo as áreas dominadas por aquíferos porosos, geralmente mais propícios à utilização dos recursos hídricos confinados no solo, quando comparados com as áreas fissurais. Outro aspecto analisado nesta temática foram as fontes hídricas as quais os sistemas de abastecimento se apoiam. Em função das baixas disponibilidades hídricas naturais, as comunidades dependentes de fontes subterrâneas apresentam maiores vulnerabilidades à inconsistência em seu abastecimento.

Quanto aos riscos operacionais, estes versam sobre a viabilidade de cada sistema de abastecimento. Aspectos locacionais, populacionais, naturais, técnicos e

de infraestrutura, denotam as barreiras a serem superadas visando a plena efetividade dos sistemas. Nesta análise, foram definidas 03 categorias de distância para ponderar a influência da posição geográfica em relação ao Eixo Norte do PISF, de modo a atribuir maior peso nesta variável às comunidades mais distantes do empreendimento. Já para o fator populacional, foi considerado que as comunidades com menor número de famílias pode apresentar mais dificuldades quanto à viabilidade financeira pensando na operação e manutenção do sistema de abastecimento, tendo esta variável o seu *score* diminuído à medida que o número de famílias aumentava.

Ainda sobre as questões operacionais, as barreiras a serem superadas foram classificadas quanto à complexidade de solução, de modo que a insuficiência, ou intermitência do recurso hídrico subterrâneo, se destacam como barreiras mais complexas. As problemáticas ligadas à suplementação de infraestrutura, qualidade da água e financeira foram classificadas como barreiras de média complexidade. Sistemas que reportam bom funcionamento não apontaram barreiras a serem superadas, e receberam o *score* mínimo.

As barreiras secundárias apontadas também foram consideradas nesta análise, sendo estas, observadas em uma quantidade menor de comunidades e sistemas. Além de barreiras similares às observadas nas barreiras primárias, necessidade de redimensionamento de estruturas, regularização de manutenção dos sistemas, e desacordo comunitário quanto à solução de distribuição de água ofertada foram consideradas de média complexidade de solucionamento.

O outro grupo de aspectos analisados versa sobre a governança dos sistemas de abastecimento. Foram considerados como modelos mais estáveis de gerenciamento, aqueles conduzidos de forma compartilhada entre as comunidades e os agentes públicos (Prefeituras municipais), e SISAR, ou conduzidos pelas Companhias Estaduais de Abastecimento, em função da sua natureza institucional consolidada. Já os sistemas gerenciados apenas pelas prefeituras municipais foram classificados como sendo de média complexidade, em função de estes entes institucionais, em muitos casos, apresentarem limitações orçamentárias e técnicas, o que dificulta a implementação de suas políticas públicas. Já os sistemas de abastecimento conduzidos unicamente pelos próprios comunitários recebeu a nota maior em termos de vulnerabilidade de gestão, em face das limitações de orçamentárias e técnicas para condução do gerenciamento dos sistemas. O **Quadro 4**,

a seguir, apresenta as notas atribuídas à cada variável, sintetizando a relevância de cada uma delas no panorama de vulnerabilidade de cada sistema de abastecimento.

Quadro 4 - Classificação das variáveis analisadas para estimativa da vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água em cada categoria de risco.

			Nota
Características Hidrogeológicas	Hidrogeologia	Aquíferos Porosos	1
		Aquíferos Fissurais	2
Características Hidrogeológicas	Fonte Hídrica	Subterrânea	2
		Superficial[1]	1
Barreira Operacional	Distância (m)	<- 2000	1
		2000 - 5000	2
		> - 5000	3
Barreira Operacional	População (hab)	<- 100	3
		100 - 300	2
		> - 300	1
Barreira Operacional	Barreira Primária	Financeira	2
		Fonte hídrica	3
		Infraestrutura	2
		Não apontada	1
		Qualidade da Água	2
		Redução de vazão	3
Barreira Operacional	Barreira Secundária	Desacordo com solução implantada	2
		Fonte hídrica	3
		Infraestrutura	2
		Manutenção	2
		Não apontada	1
		Qualidade da Água	2
		Redimensionamento	2
		Redução de vazão	3

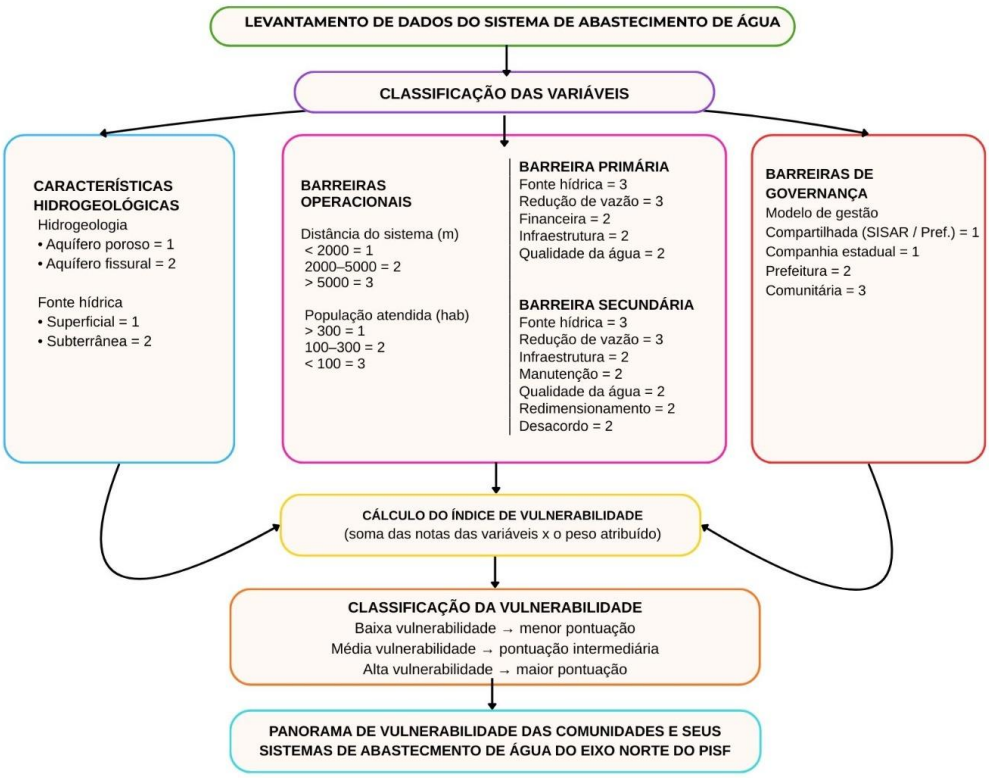
[1] Para comunidades que têm sua fonte de captação superficial, foi anulado o peso de vulnerabilidade atribuído ao aquífero, uma vez que a sua fonte não depende diretamente das características hidrogeológicas locais.

Barreira de Governança	Modelo da Gestão	Compartilhada: Comunidade e Prefeitura	1
		Compartilhada: Comunidade e SISAR	1
		Comunitária	3
		Não definida	3
		Pública: Companhia Estadual de Saneamento	1
		Pública: Companhia Estadual de Saneamento	1
		Pública: Prefeitura	2
		Sem informação	3

Fonte: Da própria autora, (2026).

A **Figura 9**, a seguir, demonstra a lógica empregada na estimativa da vulnerabilidade de cada comunidade frente ao seu sistema de abastecimento hídrico.

Figura 9 - Fluxograma das variáveis consideradas na estimativa das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento hídrico das comunidades rurais.



Fonte: Da própria autora, (2026).

Para compor esta análise, foram atribuídos pesos às variadas dimensões contempladas neste estudo (**Quadro 5**). Ao modelo de gestão e às barreiras primárias apontadas pelos órgãos gestores, foram atribuídos os maiores pesos. As variáveis distância da comunidade ao empreendimento e população da comunidade foram classificados com pesos intermediários. Já a hidrogeologia, o tipo de fonte hídrica e a

barreira secundária, foram atribuídos os menores pesos, em função destes influenciarem a efetividade dos sistemas de maneira menos preponderante.

Quadro 5 - Distribuição de pesos das variáveis analisadas ao estimar a vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água das comunidades da ADA do Eixo Norte do PISF.

Variável analisada	Peso atribuído
Hidrogeologia	0,10
Fonte hídrica	0,10
Distância do empreendimento	0,15
População da comunidade	0,15
Barreira primária	0,20
Barreira secundária	0,10
Modelo de gestão	0,20

Fonte: Da própria autora, (2026).

A equação a seguir sintetiza a lógica de pesos atribuídos à cada variável analisada neste estudo:

$$Vulne = Hid * 0{,}1 + Font * 0{,}1 + Dist * 0{,}15 + Pop * 0{,}15 + Barr_{pri} * 0{,}2 + Barr_{sec} * 0{,}1 + Mod_{Ges} * 0{,}2$$

Sendo: $Vulne$ = Vulnerabilidade da comunidade quanto ao seu sistema de abastecimento;

Hid = Hidrogeologia local;
$Font$ = Natureza da fonte hídrica;
$Dist$ = Distância da comunidade ao empreendimento (m);
Pop = População da comunidade (hab.);
$Barr_{pri}$ = Barreira primária detectada;
$Barr_{sec}$ = Barreira secundária detectada;
Mod_{Ges} = Modelo de gestão utilizado.

A análise destes aspectos permitiu obter um panorama das condicionantes que afetam a efetividade do abastecimento hídrico por meio do PBA 15 nas comunidades localizadas na ADA do Eixo Norte do PISF. A partir desta triangulação, as comunidades foram enquadradas em uma escala de vulnerabilidade de seu sistema de abastecimento. No **Quadro 6** pode-se observar a escala de vulnerabilidade proposta nesta análise.

Quadro 6 - Classificação de vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água das comunidades da ADA do Eixo Norte do PISF.

Intervalos	Nível de Vulnerabilidade
1,0 – 1,5	Baixa
1,5 – 2,0	Média
2,0 – 3,0	Alta

Fonte: Da própria autora, (2026).

A utilização da Matriz de Vulnerabilidades objetivou transformar os dados brutos operacionais dos sistemas de abastecimento de água em uma visualização estratégica (gráfico de calor ou *heatmap*), permitindo a identificação das comunidades mais vulneráveis, visando a proposição de soluções alinhadas à realidade dos sistemas de abastecimento do PISF para superação das vulnerabilidades.

4.2.3 Elaboração do Relatório Técnico Situacional

O Relatório Técnico Situacional Estratégico e Proposta de Diretrizes Institucionais para o Fortalecimento da Segurança Hídrica das Comunidades Rurais no Entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco constitui o produto técnico desta dissertação, conforme previsto nas diretrizes do ProfÁgua, e foi elaborado com base em abordagem aplicada, de caráter diagnóstico-propositivo, orientada à análise da efetividade dos sistemas de abastecimento de água implantados e à proposição de estratégias institucionais para superação das vulnerabilidades identificadas.

A metodologia adotada para elaboração do relatório foi estruturada em etapas sequenciais e complementares, envolvendo a sistematização de informações técnicas, aplicação de matriz de vulnerabilidade, análise comparativa entre estados e formulação de diretrizes estratégicas.

Dessa forma, o produto final da dissertação busca não apenas descrever a realidade analisada, mas oferecer um instrumento técnico que possa subsidiar e orientar intervenções concretas para o fortalecimento da segurança hídrica no semiárido brasileiro.

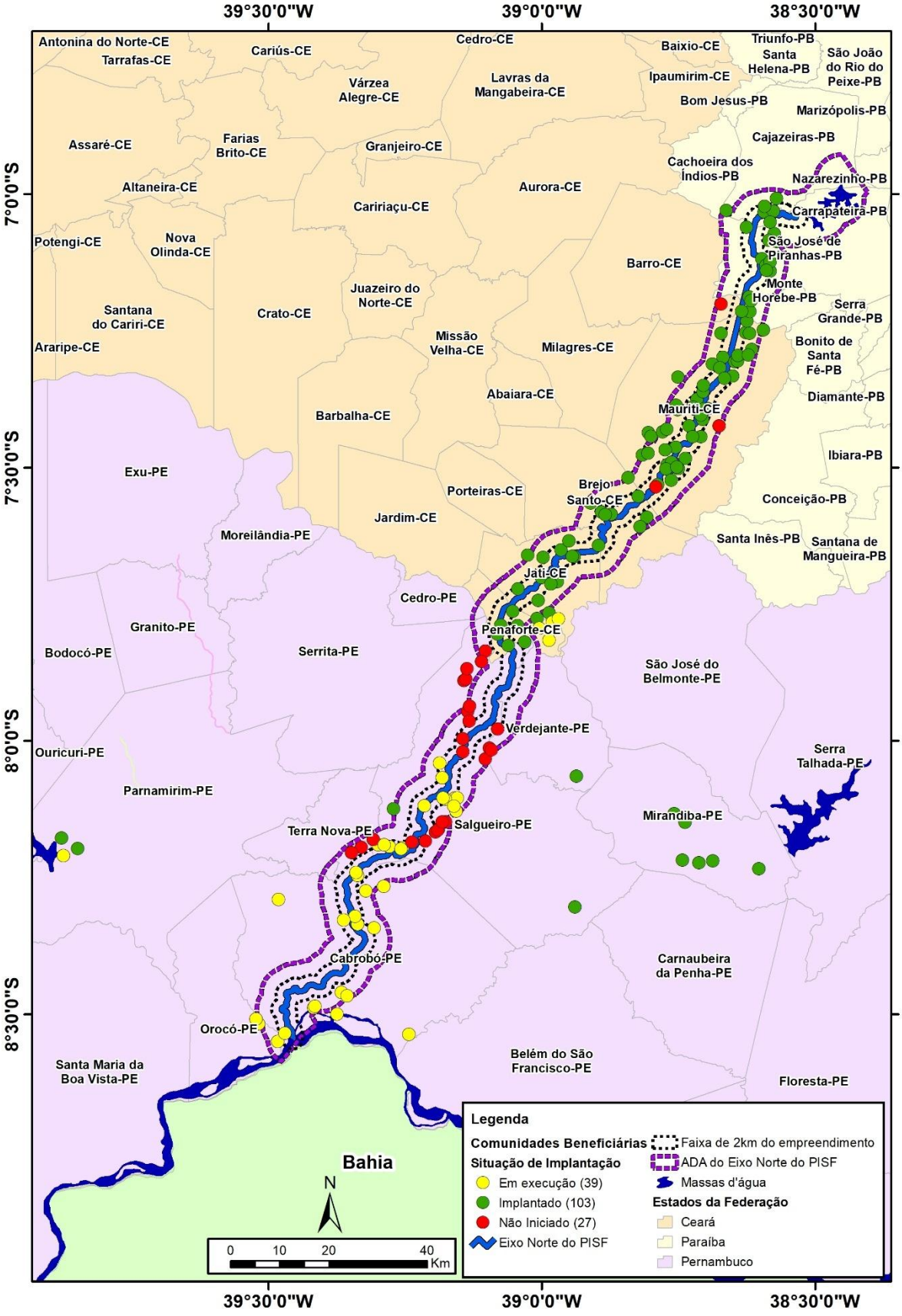
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA QUANTO A SUA IMPLANTAÇÃO.

A caracterização dos sistemas de abastecimento possibilitou avaliar e mensurar, por meio dos indicadores quantitativos, a situação de implantação dos sistemas de abastecimento e o atendimento dos objetivos do Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais - PBA 15.

Quanto à situação de implantação, verificou-se que das 169 (cento e sessenta e nove) comunidades rurais a serem atendidas com a implantação de sistema de abastecimento de água, 103 (cento e três) encontram-se com sistemas concluídos, 39 (trinta e nove) em execução e 27 (vinte e sete) não iniciados, conforme apresentado na **Figura 10**. Esse indicador revelou um resultado positivo em termos de avanço físico do programa — apontando que a maior parte das obras previstas, cerca de 61%, alcançaram etapa de implantação. Contudo ainda existe parcela relevante (≈39%) em que o serviço não está consolidado (em obra + não iniciados).

Figura 10 - Situação de Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água.

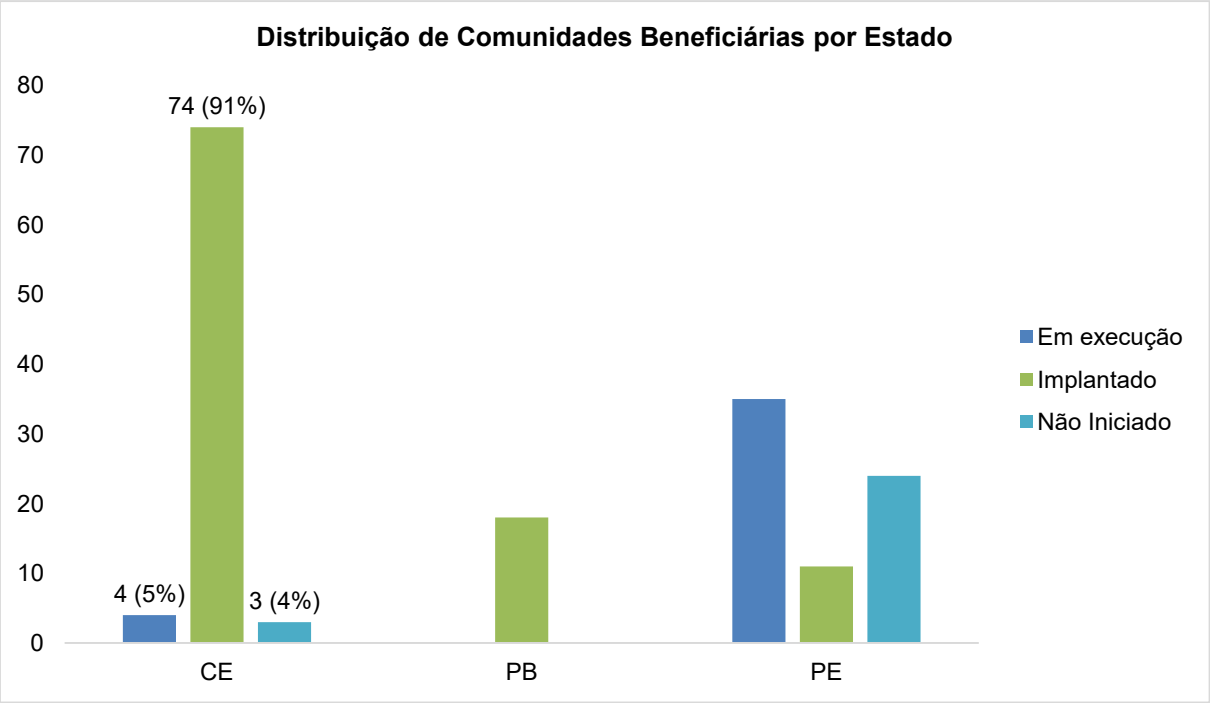


Fonte: Da própria autora, 2025.

Em relação ao indicador que afere a *Distribuição de Comunidades e a Situação de Implantação por Estado,* tem-se que das 169 (cento e sessenta e nove) comunidades rurais beneficiárias, 70 (setenta) estão localizadas em Pernambuco, 81 (oitenta e uma) no Ceará e 18 (dezoito) na Paraíba. Esse número fornece informações quanto à presença de núcleos populacionais da área do entono do empreendimento, em que quase 90% das comunidades (149 de 169) estão em apenas dois estados — Ceará (48%) e Pernambuco (41%) — enquanto a Paraíba abriga uma parcela muito menor (11%), de comunidades beneficiárias. O menor percentual do estado da Paraíba associa-se também, pela extensão desigual do empreendimento nos estados, onde tem-se uma extensão de aproximadamente 122,6 Km em Pernambuco, 109,43 km no Ceará, e, apenas, 19,83 km na Paraíba.

Em relação à situação de implantação, o estado de Pernambuco, apesar de ter uma grande extensão da faixa de domínio do empreendimento em seu território (122,6 km) e um número significativo de comunidades (70), concentra o maior percentual de sistemas em execução (50%) e não iniciados (34%) e apenas 16% implantados entre os estados. Esse número pode indicar que o esforço do estado para viabilizar a implantação dos sistemas de abastecimento de água nas comunidades rurais não tem logrado o mesmo êxito que os demais estados. O estado do Ceará com 81 comunidades, apresenta o maior percentual de sistemas implantados (91%). Já o estado da Paraíba apresenta o maior percentual de implantação com 100% dos sistemas implantados (**Figura 11**), ressaltando que esse estado apresenta o menor número de comunidades beneficiadas (18).

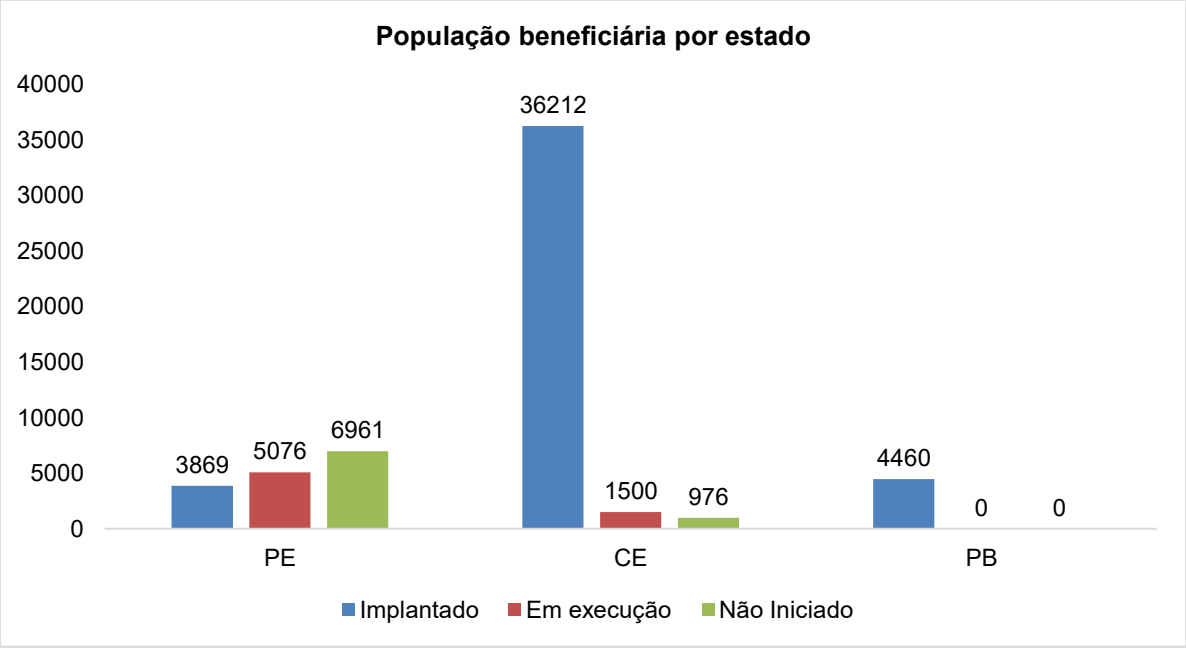
Figura 11 - Distribuição de Comunidades Beneficiárias da Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água por Estado.



Fonte: Da própria autora, 2025.

A análise quanto à *População Beneficiária da Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água por Estado* revelou que o maior contingente populacional (38.688 pessoas), está no estado do Ceará, seguido do estado do Pernambuco (15.906), e da Paraíba com 4.460 pessoas, como pode ser observado na **Figura 12**.

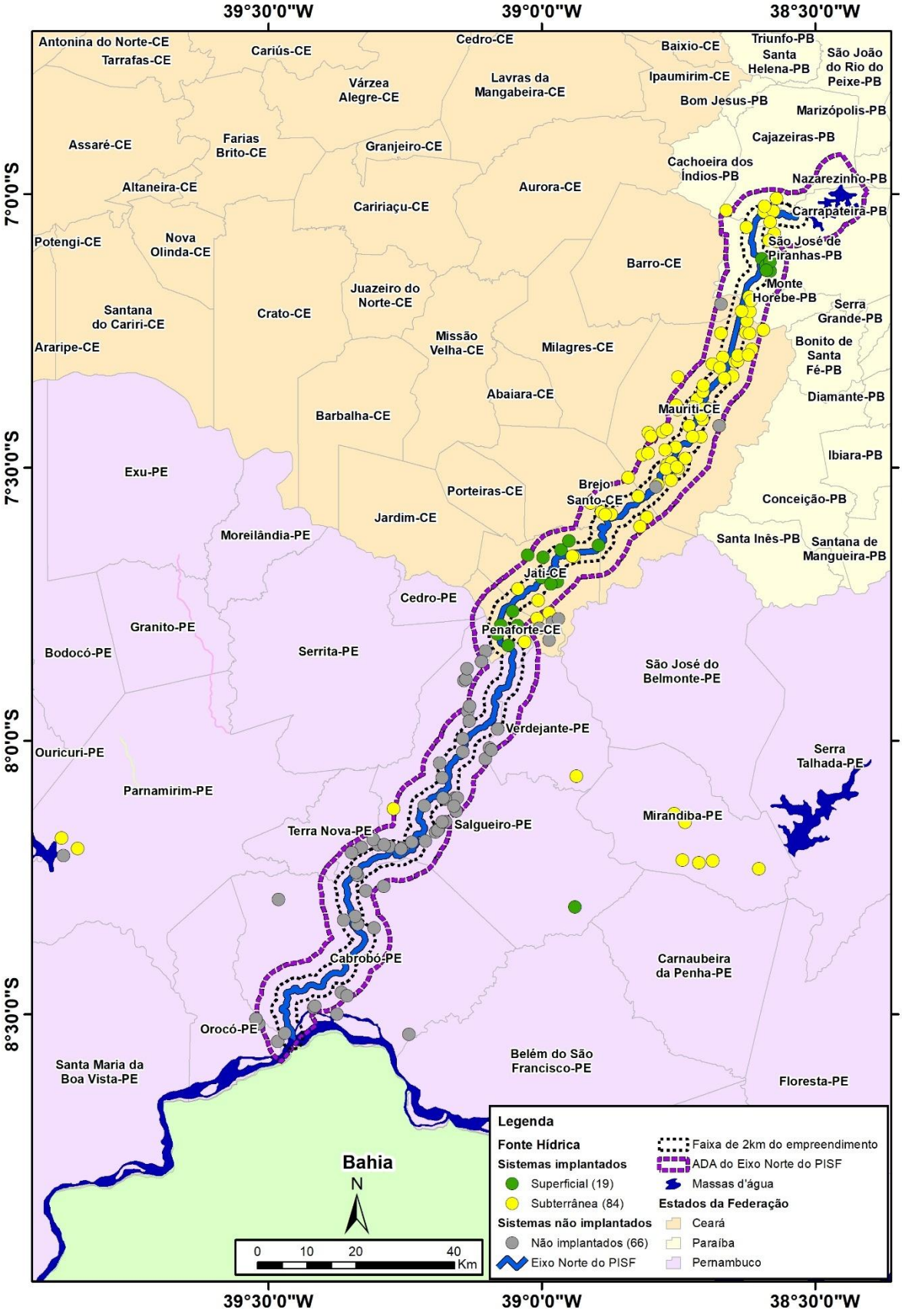
Figura 12 - População beneficiária da implantação dos sistemas de abastecimento de água por Estado.



Fonte: Da própria autora, 2025.

Quando se avaliou o *Percentual de sistemas com fonte hídrica superficial ou subterrânea*, entre as 103 comunidades que contavam com infraestrutura de abastecimento instalada (**Figura 13**), aferiu-se que 82% delas possuem como manancial as fontes subterrâneas (poços), enquanto 18% utilizam fontes superficiais (reservatórios e canais) do sistema adutor do PISF. Com base nesse valor é possível inferir que, apesar de o PISF ser uma alternativa de fonte de abastecimento de água, a segurança hídrica dessas populações permanece fortemente dependente dos aquíferos locais. Tal fato pode estar relacionado à distância das comunidades rurais, uma vez que, considerando as comunidades com sistema de abastecimento implantados, 46,6% se situavam a mais de 2 quilômetros do empreendimento, o que afeta, desta maneira, a viabilidade econômica de uma captação no canal ou em seus reservatórios. Todavia, considerando as características hidrogeológicas do Nordeste Setentrional (predominância de embasamento cristalino, baixa capacidade de armazenamento e recarga irregular), essa dependência implica riscos estruturais relevantes, que podem comprometer a sustentabilidade dos sistemas implantados, como rebaixamento do nível dinâmico dos poços e redução de vazão em períodos de estiagem prolongada e ainda, inadequação da água para consumo humano em função da salinidade da água e a necessidade de dessalinização.

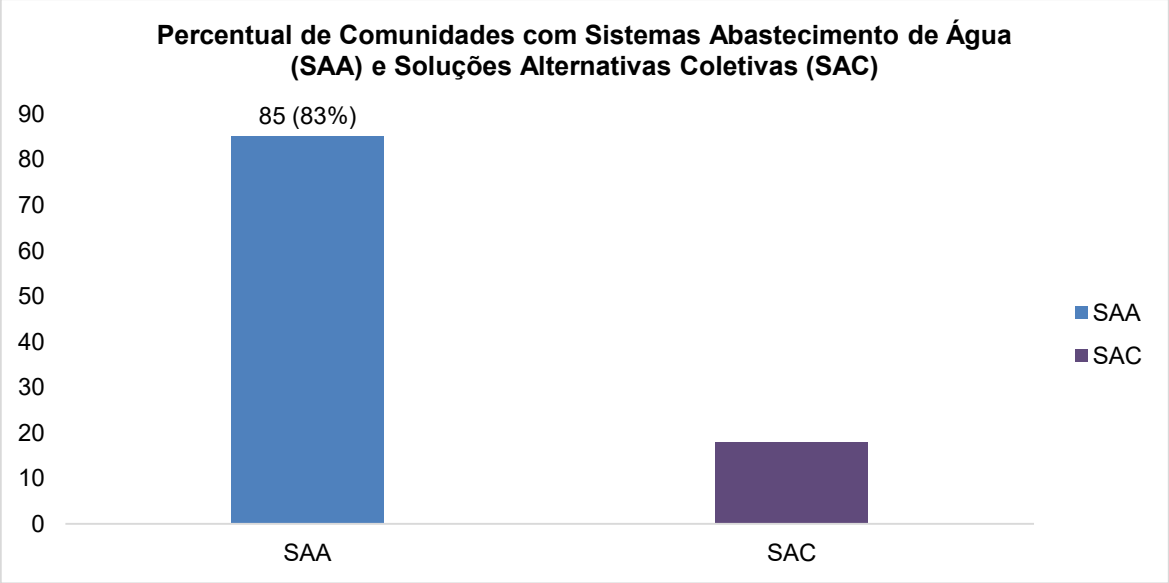
Figura 13 - Distribuição de comunidades com fonte hídrica superficial ou subterrânea.



Fonte: Da própria autora, 2025.

Quanto ao *Percentual de Sistemas Abastecimento de Água (SAA) e de Soluções Alternativas Coletivas (*SAC) (**Figura 14**), verificou-se que 83% dos sistemas implantados são convencionais, ou seja, com rede de distribuição predial, enquanto 17% correspondem a soluções alternativas coletivas sem rede, com distribuição por chafarizes, indicando, ainda que minoritária, uma parte relevante das comunidade ainda depende de soluções alternativas de abastecimento, situação comum em áreas difusas/isoladas e com histórico de escassez hídrica, como observou Machado; Oliveira; Matos, (2022b), em sua pesquisa, a qual apresentou um levantamento acerca da gestão comunitária de sistemas de abastecimento de água, e os fatores influentes em sua sustentabilidade. Em seu estudo, Ahmed; Sohail; Ekwam, (2024) abordam o uso de fontes alternativas de água por assentamentos rurais no Quênia e no Paquistão, como forma de suplementar a baixa disponibilidade hídrica de suas regiões.

Figura 14 - Percentual de Comunidades com Sistemas Abastecimento de Água (SAA) e de Soluções Alternativas Coletivas (SAC).



Fonte: Da própria autora, 2025.

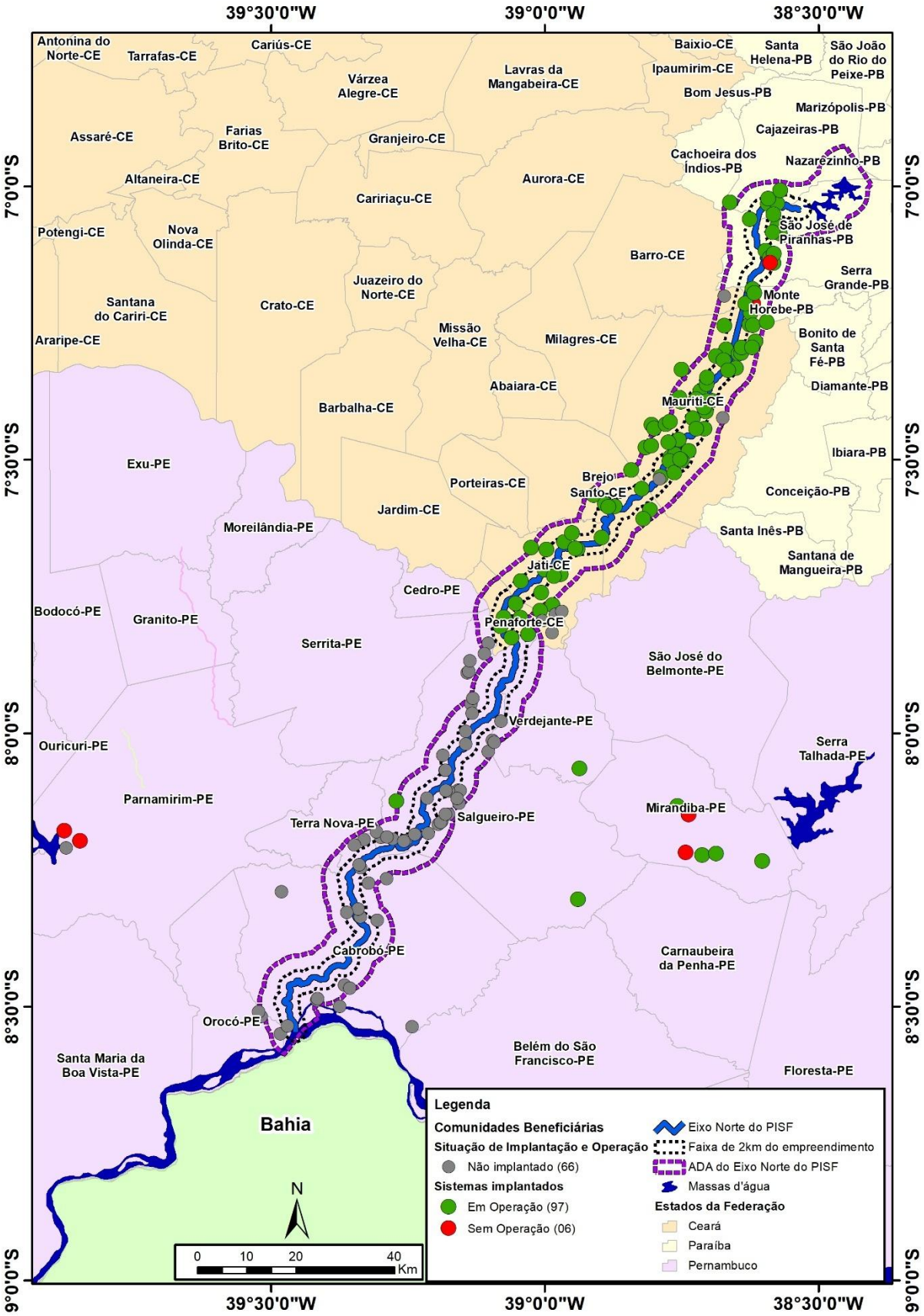
Os resultados apresentados demonstraram avanços importantes na implantação dos sistemas de abastecimento, especialmente nos estados do Ceará e da Paraíba, mas também evidenciaram assimetrias significativas entre os estados analisados. O estado de Pernambuco apresentou maior percentual de sistemas não implantados, enquanto, percentualmente, a Paraíba atingiu a conclusão de implantação de seus sistemas, e o Ceará apresentou o maior número total de comunidades contempladas com sistemas de abastecimento.

5.2 SITUAÇÃO OPERACIONAL DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA IMPLANTADOS

Para a análise da situação operacional dos sistemas de abastecimento implantados, foram aferidos os seguintes indicadores qualitativos: Percentual de comunidades com sistemas em operação; Identificação de Barreiras Percebidas à Operação dos sistemas e Modelo de Gestão.

Em relação ao indicador *Percentual de Comunidades com Sistemas em Operação*, que visou aferir se as infraestruturas construídas encontram-se funcionando de forma regular e prestando o serviço de abastecimento às comunidades beneficiárias, identificou-se que dentre as 103 *comunidades com sistemas implantados em operação,* 74 do estado do Ceará encontram-se com 100% das estruturas em operação, enquanto no estado de Pernambuco, das 11 comunidades com sistemas implantados 7 (64%) estão em operação e 4 (36%) sem operação. No estado da Paraíba das 18 comunidades com sistemas implantados, 16 (89%) estão em operação e 2 (11%) sem operação, conforme apresentado na **Figura 15**. Das comunidades com *sistemas implantados sem operação*, 2 estão localizadas na Paraíba e 4 em Pernambuco, para estas, os principais obstáculos à operação identificados relacionam-se à fonte hídrica, fonte energia e inadimplência dos associados.

Figura 15 - Distribuição de comunidades com sistemas de abastecimento de água em operação por estado.



Fonte: Da própria autora, 2025.

Quando se analisou o indicador *Identificação de Barreiras Percebidas à Operação*, que visou identificar quais obstáculos identificados para o bom funcionamento dos sistemas em operação, foi possível observar como a integração de diversos fatores pode projetar maiores limitações ao estabelecimento de um sistema de abastecimento hídrico em zonas rurais. Considerando as 103 comunidades com sistemas de abastecimento implantados.

Considerando as barreiras primárias detectadas nas comunidades localizadas no estado de Pernambuco, a qualidade da água foi a resposta predominante. Este fato está correlacionado com a predominante alta salinidade dos recursos hídricos locais. As barreiras ligadas à infraestrutura, financeira, e oscilações da vazão de poços profundos também foram mencionadas. Apenas uma comunidade apontou o bom funcionamento do sistema. Este panorama está intrinsecamente associado às características hidrogeológicas nas áreas da ADA do Eixo Norte que se encontram no estado, compostas predominantemente de aquíferos fissurais de baixa produtividade. A salinidade elevada pode inviabilizar o consumo humano direto, exigindo sistemas de dessalinização, cujo custo operacional e manutenção técnica nem sempre são compatíveis com a capacidade institucional das comunidades rurais, sobretudo no contexto de comunidades localizadas em ambientes semiáridos, como discutido por Medina et al. (2025). Destaca-se que quatro comunidades com sistemas implantados se encontram sem operação, em função de barreiras técnicas relacionadas à infraestrutura de energia, baixa disponibilidade hídrica e barreira econômico-financeira.

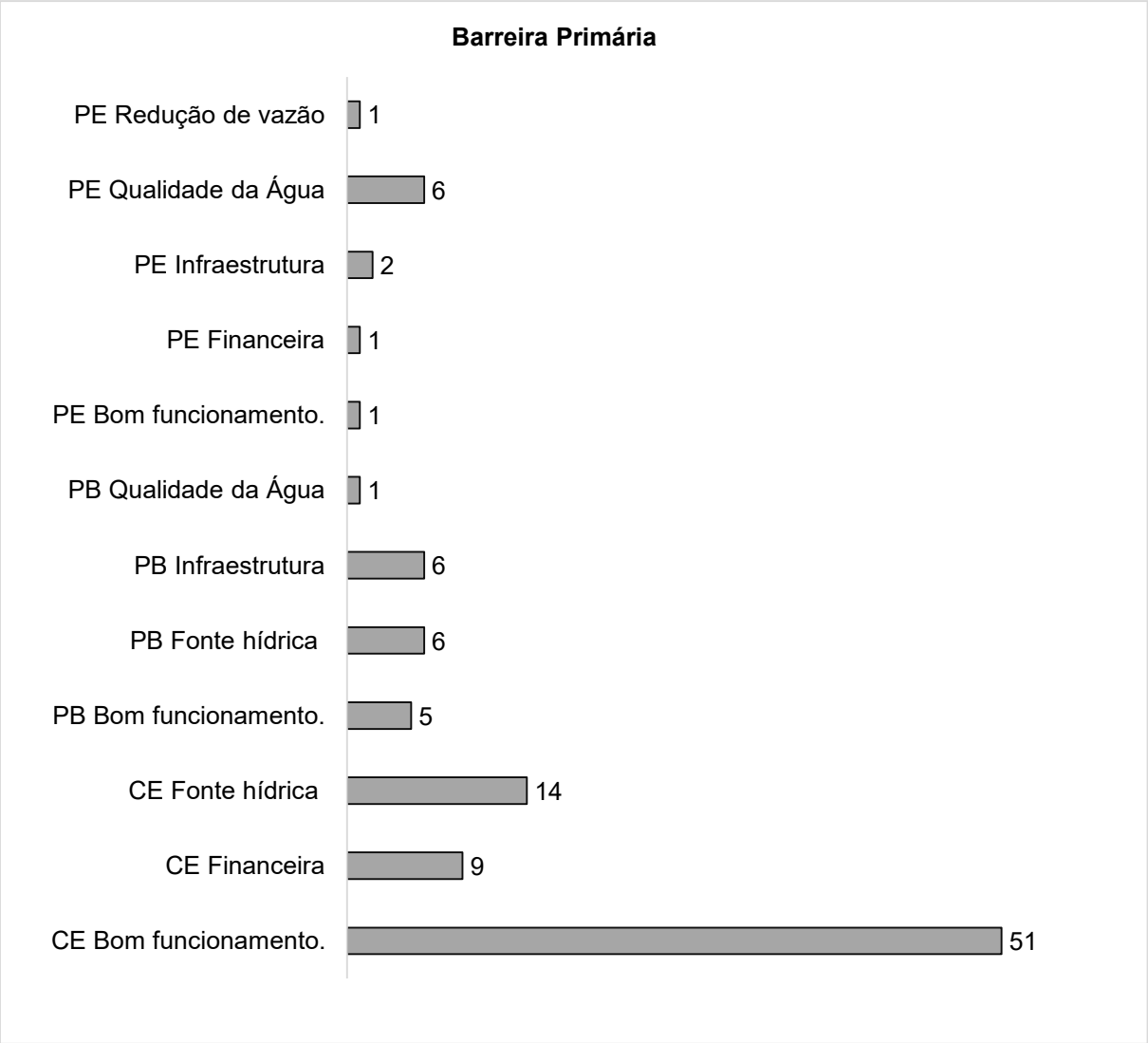
Quanto ao estado da Paraíba, a infraestrutura e a deficitária disponibilidade das fontes hídricas foram os principais problemas detectados. Apenas uma comunidade apontou a qualidade da água como obstáculo a ser superado. No estado, houve cinco comunidades que afirmaram bom funcionamento do sistema de abastecimento. A ocorrência de infraestruturas deficitárias, ou subdimensionadas, a exemplo do observado por Jojozi; Mbhele; Eresia-Eke (2025), e a associação deste fator com a baixa disponibilidade hídrica, como abordado por Hanif et al. (2025), também são recorrentemente observados em diversas regiões. A qualidade da água é mais um fator complicador, uma vez que, em função da precária disponibilidade, bem como das condições geológicas características do semiárido brasileiro. Esta é uma barreira amplamente detectada na literatura científica, e que, em função dos agravos

decorrentes das mudanças climáticas em curso, tendem a se tornar cada vez mais escassas, como destacado por Huang et al. (2022b), bem como por Abungu et al. (2025). A exemplo do observado em Pernambuco, duas comunidades com implantação dos sistemas concluídos, não estão operando, em decorrência de barreiras técnicas relacionadas à baixa disponibilidade hídrica da fonte de captação, e de infraestrutura incompleta.

No estado do Ceará, destacou-se o bom funcionamento dos sistemas, resposta apontada por 51 comunidades atendidas com abastecimento hídrico. A disponibilidade hídrica deficitária, via de regra correlacionada aos sistemas dependentes de fontes hídricas subterrâneas, foi apontada como barreira operacional em 14 comunidades. A problemática financeira foi detectada por 09 comunidades, e responde à baixa disposição das comunidades em realizar pagamento pelo recurso hídrico disponibilizado. A pressão sobre os escassos recursos hídricos, sejam eles subterrâneos ou superficiais, como apontou Saldaña Almazán et al. (2025b), está entre os motivos dificultantes à plena oferta de abastecimento de água, sobretudo em comunidades rurais. Associado à esta problemática, Sychareun et al. (2025), e Mateus et al. (2020), observaram a barreira econômica como um complicador ao acesso regular à água. Em seu estudo, Angmor et al. (2024) destacaram a importância do papel do estado como agente que busca minimizar essas carências, a partir de ações de descentralização da gestão, fornecimento de suporte técnico, subsídios e treinamentos.

A seguir (**Figura 16**), apresentam-se as barreiras primárias ao bom funcionamento dos sistemas de abastecimento hídrico das comunidades, bem como o quantitativo de comunidades que possuem sistema em bom estado de funcionamento.

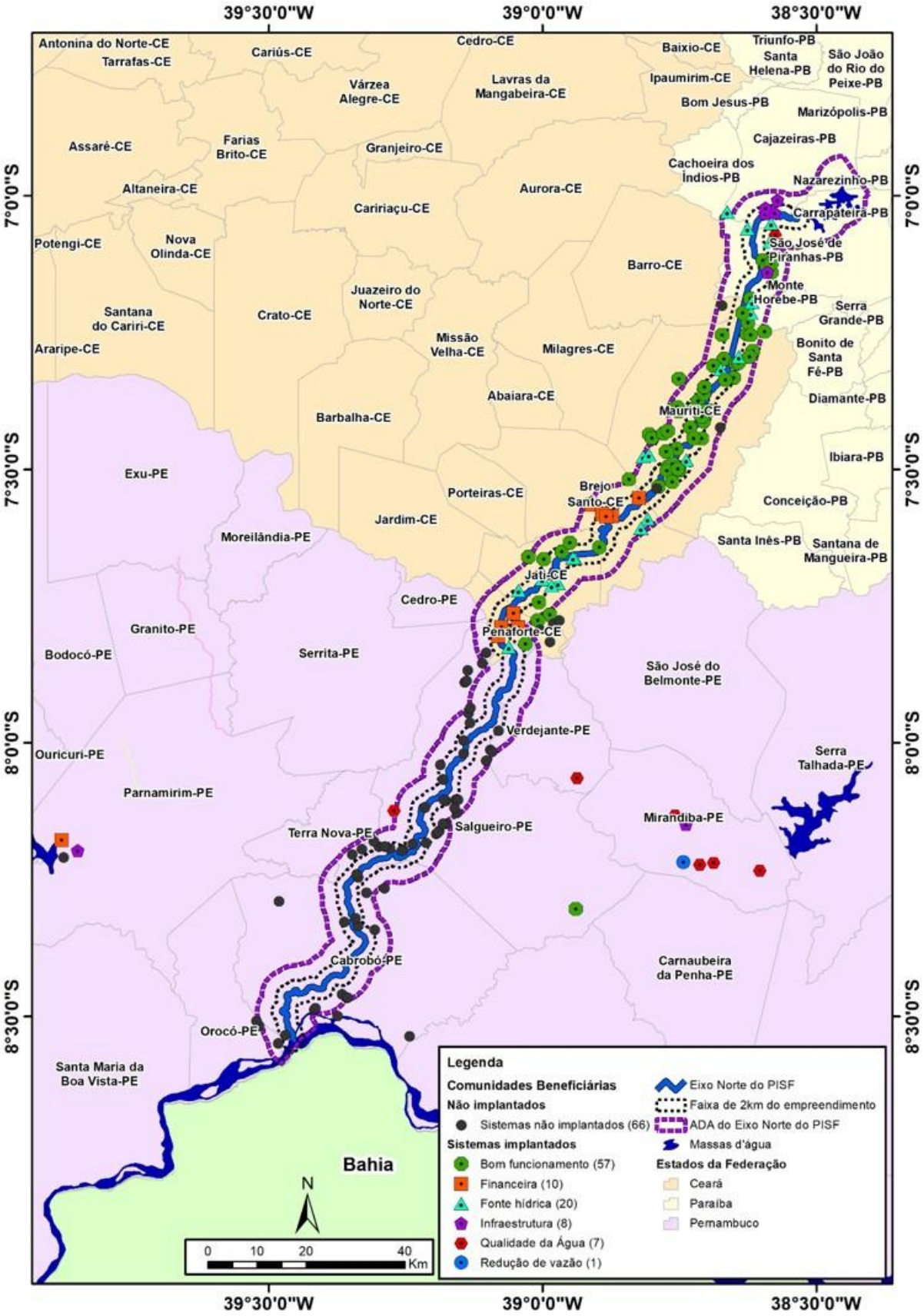
Figura 16 - Status de funcionamento e barreiras primárias enfrentadas pelos sistemas de abastecimento.



Fonte: Da própria autora, 2025.

De modo complementar, apresenta-se a seguir (**Figura 17**), a distribuição espacial desses obstáculos ao bom funcionamento dos sistemas de irrigação:

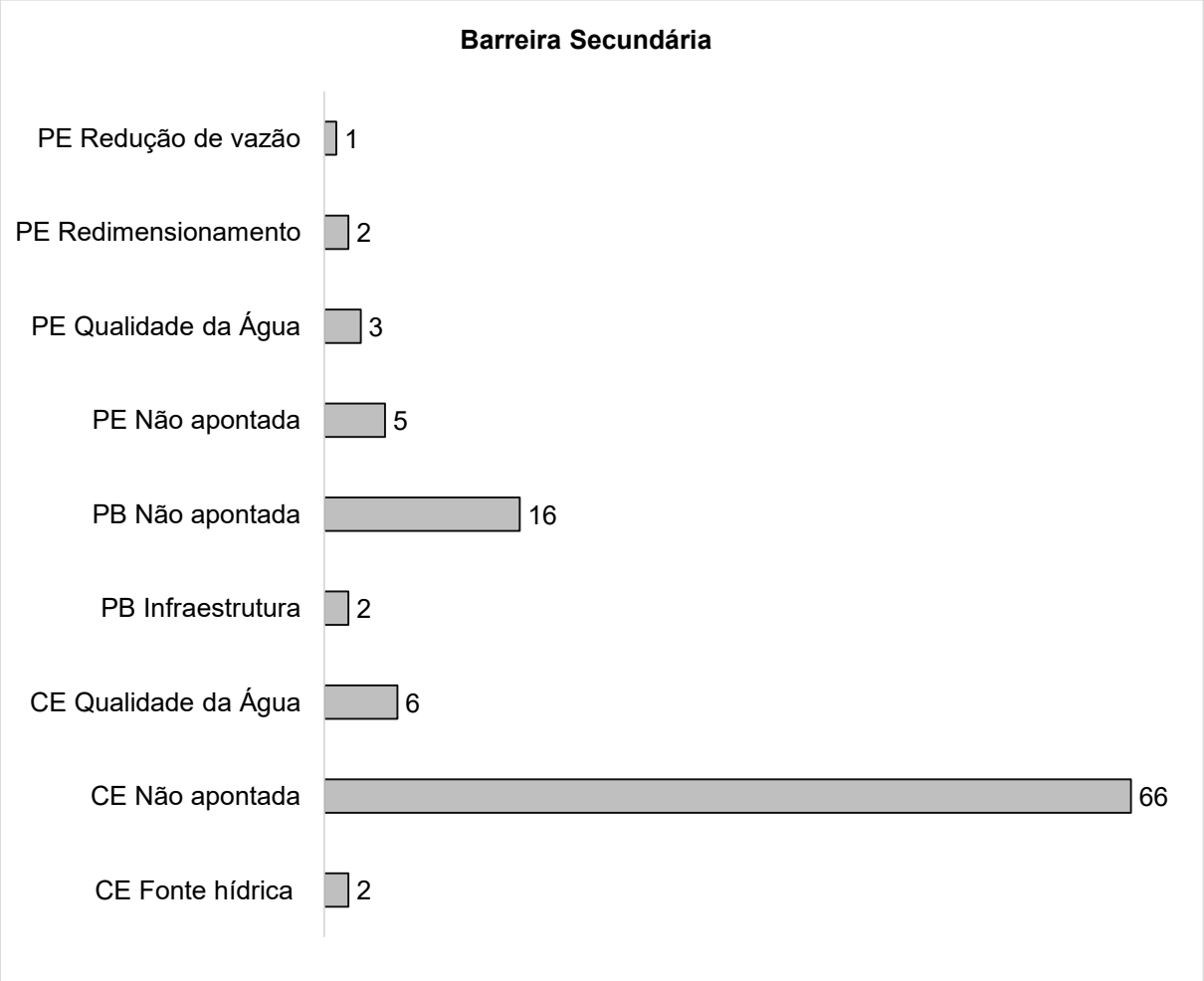
Figura 17 - Espacialização do status de funcionamento e das barreiras primárias enfrentadas pelos sistemas de abastecimento.



Fonte: Da própria autora, 2025.

De modo geral, barreiras secundárias foram apontadas de forma minoritária ao se considerar a totalidade das comunidades analisadas, (**Figura 18**). Questões relativas à suplementação de infraestruturas, bem como a qualidade da água ofertada predominam como obstáculos a serem contornados, com vistas ao pleno atendimento dos objetivos do programa de abastecimento de comunidades.

Figura 18 - Barreiras secundárias enfrentadas pelos sistemas de abastecimento.



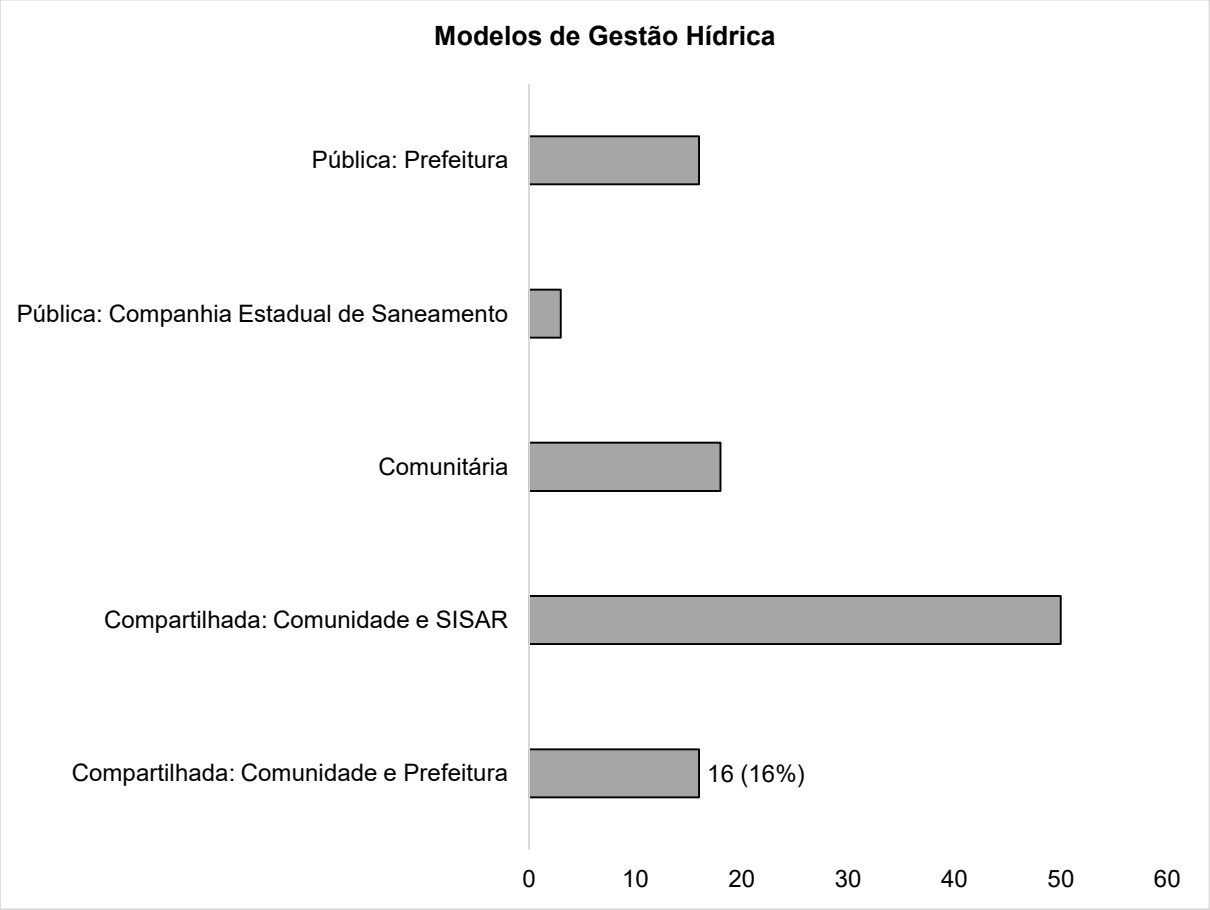
Fonte: Da própria autora, 2025.

Em relação ao Modelo de Gestão do sistema de abastecimento de água implantados nas comunidades (**Figura 19**), que visou aferir a organização e responsabilidade pela operação e manutenção do sistema, identificou-se que das 103 comunidades com sistemas implantados, 97 estão em operação. Entras comunidades que estão com sistema operando, observa-se que os arranjos predominantes são os compartilhados, especialmente aqueles estruturados entre Comunidade e SISAR (50), seguidos de Comunidade e Prefeitura (16). Os modelos exclusivamente comunitários (13), público municipal (15) e público via companhia estadual (03)

apresentam menor representatividade. Considerando as 06 comunidades que possuem sistema implantado, mas não estavam operando, o modelo de gestão conduzido pela comunidade será adotado em 05 delas, e o poder público municipal será o responsável pela gestão do sexto sistema.

Esse resultado permite algumas inferências relevantes sob a ótica da governança, sustentabilidade operacional e aderência ao marco legal do saneamento. Os dados indicam haver avanço institucional com predominância de modelos compartilhados, sendo que o modelo Comunidade + SISAR desponta como alternativa mais estruturada para o saneamento rural e evidencia uma baixa participação das companhias estaduais no atendimento rural.

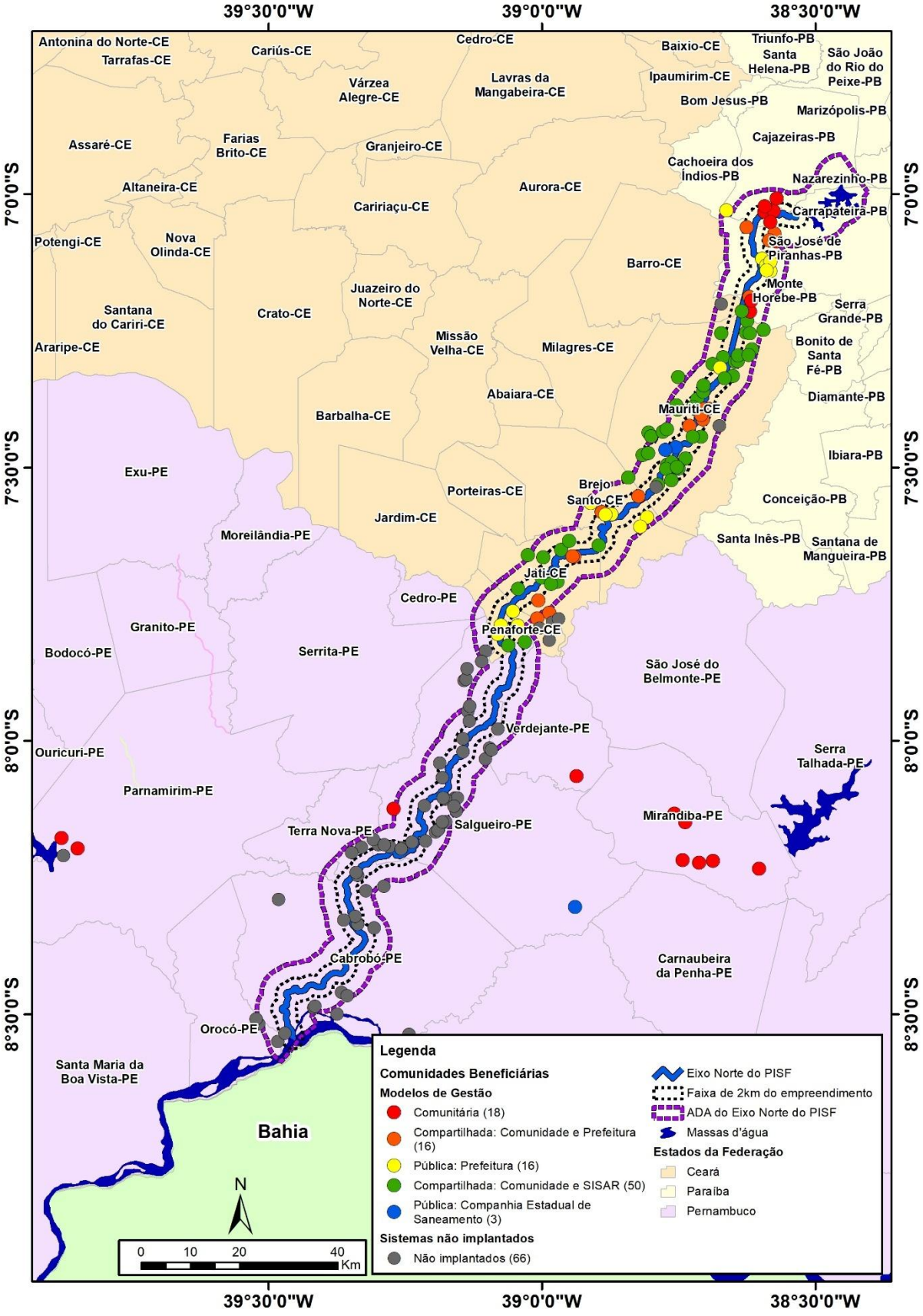
Figura 19 - Modelos de gestão hídrica nas comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF.



Fonte: Da própria autora, 2025.

Abaixo (**Figura 20**), buscou-se espacializar os modelos de gestão, como forma de incrementar a percepção da distribuição dos modelos utilizados territorialmente, de modo a se observar a tendência por estado.

Figura 20 - Modelos de gestão hídrica nas comunidades atendidas pelo PBA 15 do Eixo Norte do PISF.



Fonte: Da própria autora, 2025.

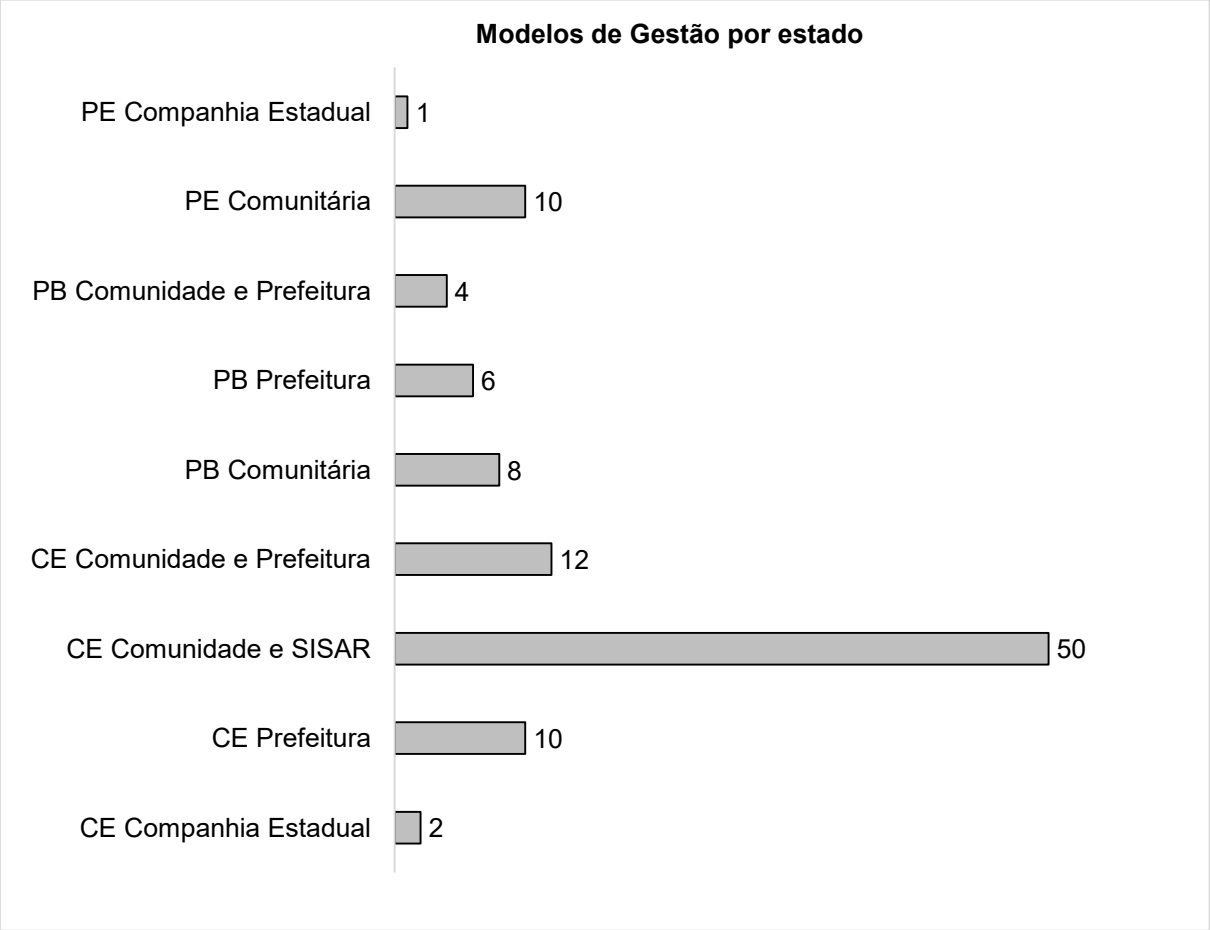
A partir desta percepção, e buscando-se ampliar a análise dos modelos responsáveis pelo gerenciamento dos sistemas de abastecimento comunitários em cada estado (**Figura 21**), nota-se um forte contraste entre Pernambuco e Paraíba, frente ao estado do Ceará. O estado cearense se destaca pela predominante adoção de modelos compartilhados de gestão hídrica, onde a comunidade divide o protagonismo com outros agentes institucionais, seja o poder público, ou SISAR, promovendo uma maior estabilidade na governança, em função da responsabilidade compartilhada entre esses atores. Os poderes públicos municipais desempenham um relevante papel na gestão dos sistemas, e também conferem, normalmente, maior segurança em termos de operação aos sistemas, quando comparado àqueles que contam unicamente com a gestão comunitária. A gestão comunitária é o modelo mais comum entre as comunidades pernambucanas e paraibanas, e costuma observar as maiores fragilidades.

O panorama observado em Pernambuco e na Paraíba, evidencia um padrão institucional significativamente distinto daquele observado no Ceará, caracterizado por menor presença de arranjos regionalizados estruturados e maior dependência da autogestão local. Comparativamente a modelos regionalizados consolidados em outros estados, como o arranjo SISAR no Ceará, o cenário de Pernambuco sugere menor institucionalização do saneamento rural e dependência de arranjos locais não regionalizados.

Na Paraíba, no entanto, se observa uma considerável atuação institucional dos poderes públicos locais. Mesmo assim. a gestão comunitária representa o maior percentual na Paraíba, evidenciando protagonismo local na operação dos sistemas. Diferentemente do Ceará, onde o modelo regionalizado via SISAR se consolidou como política estruturante, a Paraíba apresenta um cenário fragmentado, com predominância de arranjos locais não integrados regionalmente.

De forma minoritária, tanto no estado do Ceará quanto em Pernambuco, há ainda, registros de comunidades tendo gestão de seus sistemas de abastecimento conduzidos pelas respectivas companhias estaduais de abastecimento, o que lhes confere, via de regra, melhor estabilidade.

Figura 21 - Modelo de gestão dos sistemas de abastecimento de água das comunidades rurais.



Fonte: Da própria autora, 2026.

A análise do indicador de operação evidenciou que a existência de infraestrutura implantada não garante, por si só, a prestação efetiva do serviço de abastecimento. Parte dos sistemas encontra-se sem funcionamento ou operando de forma distinta da ideal, revelando fragilidades na fase pós-implantação, especialmente no que se refere à definição do modelo de gestão, à disponibilidade de recursos para manutenção e à capacidade técnica para operação. Esse resultado reforça que a segurança hídrica não se materializa apenas com a execução das obras, mas depende da existência de arranjos institucionais capazes de assegurar a continuidade do serviço, (Ahmed et al, 2024).

5.3 ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO RURAL, E PROPOSIÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA SUPERAÇÃO DAS PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS.

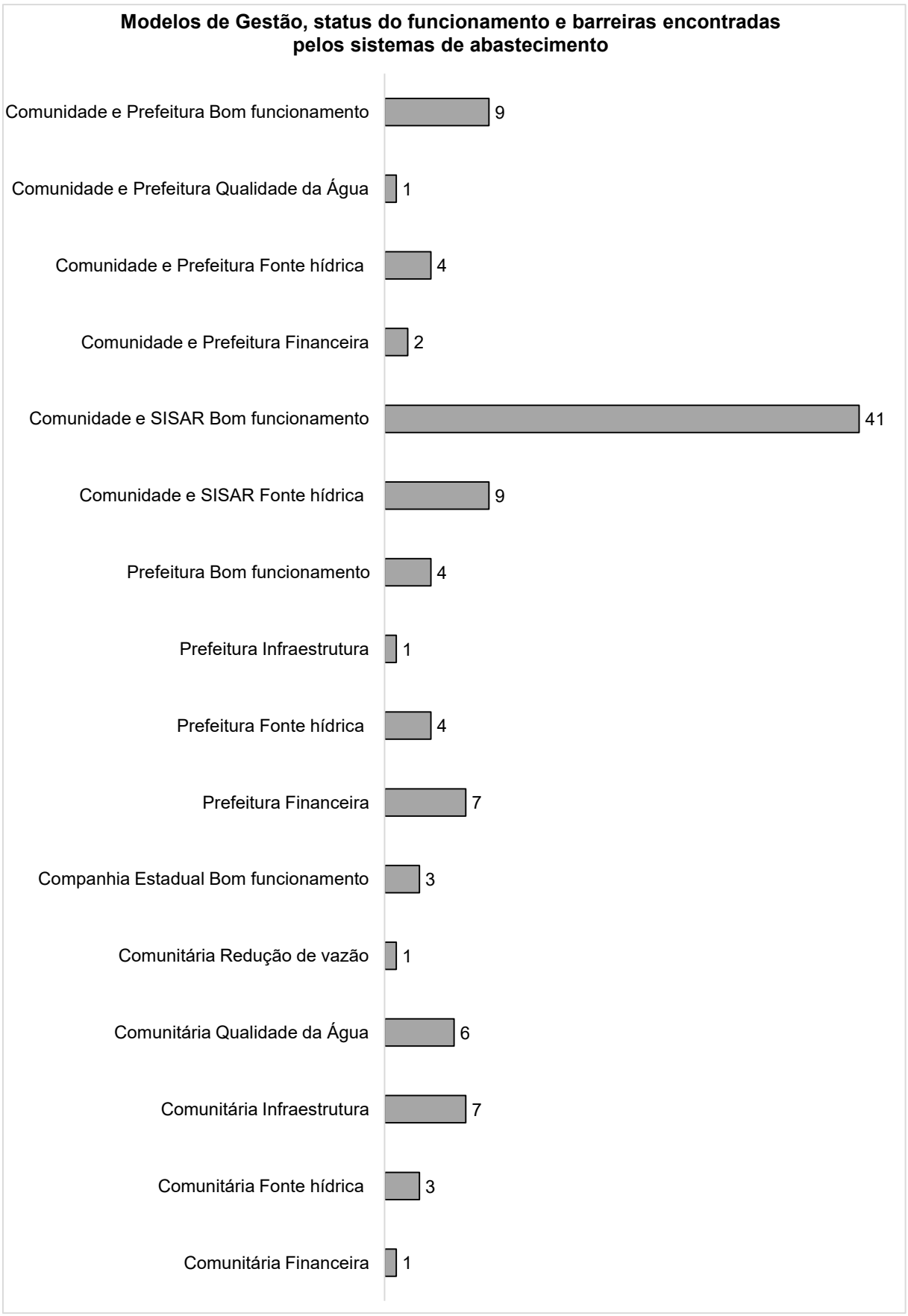
O cruzamento das informações apresentadas na Matriz de Vulnerabilidade (Apêndice A) permite correlacionar o impacto dos modelos da gestão compartilhada

com o bom funcionamento dos sistemas, (**Figura 22**). Considerando a totalidade das comunidades aqui analisados, observa-se que, quando se há uma interface colaborativa entre comunidade e o SISAR (visto que este é o modelo predominante no estado que Ceará e que possui o maior número de comunidades atendidas pelo programa), houve grande recorrência de respostas positivas quanto ao funcionamento dos sistemas, corroborando com o que Angmor et al. (2024) destacaram, de modo que, sistemas de gestão hídricas compartilhadas tem maior probabilidade de sucesso, ao possuir maior poder de investimento em infraestrutura, capacitação e estabilidade financeira. Em menor escala, a barreira operacional a ser superada refere-se à baixa disponibilidade hídrica do manancial.

Nas comunidades em que a gestão é conduzida entre os comunitários e as prefeituras, o bom funcionamento também foi destaque, e a principal barreira também se encontra na disponibilidade hídrica das fontes utilizadas. O sucesso de sistemas gerenciados em associação entre comunidades e entes federados é recorrentemente observado e desatacado na literatura científica, como observado por Machado et al. (2022b).

Limitações financeiras também foram detectadas, e esta foi a principal problemática observada nos sistemas gerenciados unicamente pelas prefeituras, apontando precária condição econômica local, e dependência de suplementação financeira de agentes do estado para a manutenção do serviço de abastecimento de água. Nestas comunidades, o bom funcionamento dividiu a frequência de ocorrência de apontamentos com a baixa disponibilidade hídrica. As 03 comunidades que contam com gerenciamento do sistema realizado pela companhia estadual de abastecimento apontaram o bom funcionamento do seu sistema. As 18 comunidades que executam o gerenciamento de seus sistemas apontaram fatores dificuldades, que vão desde a qualidade da água, à problemas estruturais, de disponibilidade hídrica insuficiente e financeira. Nenhuma delas apontou pleno funcionamento do sistema, reforçando a noção de que os sistemas gerenciados de forma independente têm maior dificuldade de superar os obstáculos operacionais. Em sua análise acerca do papel desempenhado pelas comunidades na gestão hídrica, Shields et al. (2021), a importância da participação de governos locais reforçando a gestão comunitária, sobretudo a partir de órgãos que atuam promovendo a saúde pública, com vistas a atacar o problema da baixa qualidade natural da água disponível.

Figura 22 - Relação entre os modelos de gestão dos sistemas de abastecimento e as barreiras enfrentadas.



Fonte: Da própria autora, 2025.

A partir da análise destes elementos, foi gerada uma classificação para as comunidades atendidas, conforme metodologia anteriormente proposta. Foi-se observado os padrões de vulnerabilidade que os sistemas de abastecimento hídrico apresentam em cada um dos três estados atendidos.

Observando os resultados, nota-se o estado do Ceará como destaque positivo, apresentando os menores índices de vulnerabilidade em seus sistemas de abastecimento. Neste estado, 42 comunidades, que correspondem 56,8%, apresentaram baixa vulnerabilidade em seus sistemas, e outras 28, ou 37,8%, apresentaram vulnerabilidade média. Apenas 4 comunidades, ou a 5,4%, obtiveram score relativo a alta vulnerabilidade. As variáveis que influenciaram neste resultado de modo mais preponderante estão relacionadas à baixa disponibilidade hídrica do manancial subterrâneo, concomitantemente com a observação da alta salinidade da água disponível, reduzida população e consideráveis distâncias relativas ao empreendimento.

No estado de Pernambuco, 10 comunidades, que representam 90,9% das localidades analisadas, foram classificadas com alta vulnerabilidade. As variáveis distância do empreendimento, qualidade e disponibilidade das fontes hídricas, e sobretudo, gestão unicamente conduzida pelas próprias comunidades, desempenharam papel relevante no aumento da vulnerabilidade.

Na Paraíba, 10 comunidades (55,6%), apresentaram vulnerabilidade média em seu sistema. A gestão exclusivamente comunitária, e questões relativas à necessidade de readequação de infraestruturas complementares aparecem como fatores complicadores. Baixa população e distância do canal e/ou reservatórios, também impõe obstáculos à sustentabilidade dos sistemas. No estado paraibano 5 comunidades (27,8%), analisadas neste estudo apresentaram alta vulnerabilidade em seu sistema de abastecimento, e os fatores que contribuíram para esta situação foram os modelos de gestão empregados, predominantemente exercida pelas próprias comunidades, além da baixa disponibilidade hídrica dos poços que as abastecem.

O **Quadro 7**, a seguir, apresenta uma síntese dos *scores* de vulnerabilidade por estado, distribuindo o quantitativo de comunidades em cada categoria.

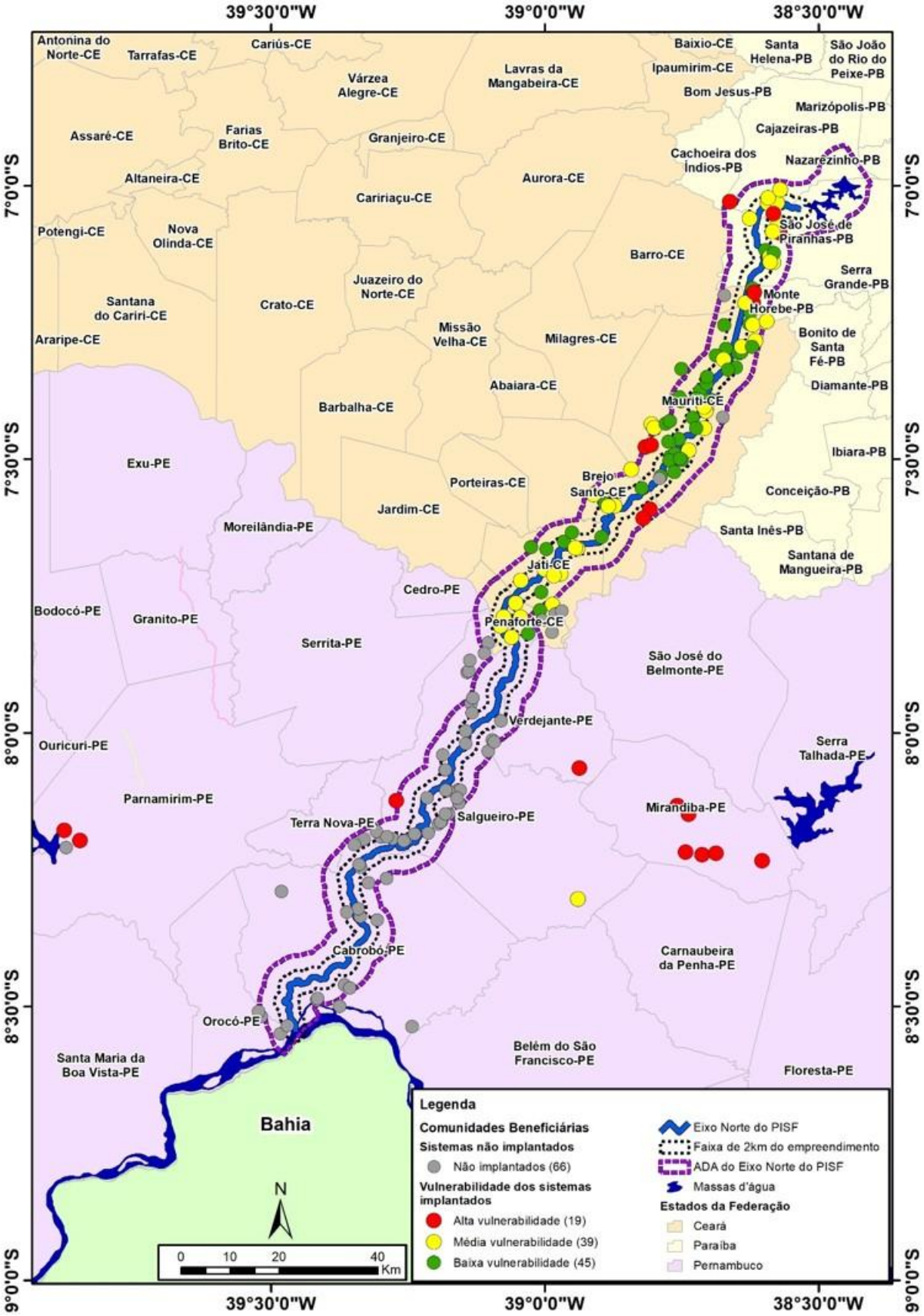
Quadro 7 - Classificação de vulnerabilidade das comunidades por estado.

Estado	Score de vulnerabilidade	Nº de comunidades	Percentual estadual
Ceará	1,0 – 1,5 - (Baixa)	42	56,8%
	1,5 – 2,0 - (Média)	28	37,8%
	2,0 – 3,0 - (Alta)	4	5,4%
Pernambuco	1,0 – 1,5 - (Baixa)	0	0,0%
	1,5 – 2,0 - (Média)	1	9,1%
	2,0 – 3,0 - (Alta)	10	90,9%
Paraíba	1,0 – 1,5 - (Baixa)	3	16,7%
	1,5 – 2,0 - (Média)	10	55,6%
	2,0 – 3,0 - (Alta)	5	27,8%

Fonte: Da própria autora, 2026.

A **Figura 23**, a seguir, apresenta os *scores* de vulnerabilidade de cada comunidade.

Figura 23 - Classificação de vulnerabilidade das comunidades atendidas pelo Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Águas ao Longo dos Canais, do Eixo Norte do PISF.



Fonte: Da própria autora, 2026.

As limitações dos sistemas decorrem da combinação de fatores hidroambientais, estruturais, financeiros e institucionais. Em Pernambuco, destacou-se a predominância de problemas relacionados à qualidade da água, sobretudo em razão da elevada salinidade dos aquíferos locais, além de oscilações na vazão de poços profundos e limitações financeiras. Na Paraíba, as principais barreiras estiveram associadas à infraestrutura insuficiente e à baixa disponibilidade hídrica das fontes utilizadas. No Ceará, apesar do predomínio de sistemas em bom funcionamento, persistiram vulnerabilidades relacionadas à disponibilidade hídrica e à sustentabilidade financeira em parte das comunidades.

Os fatores que mais se correlacionam com o bom desempenho dos sistemas são a disponibilidade hídrica, e o modelo de gestão adotado. Sistemas operados em regime de gestão compartilhada, com participação da comunidade, do poder público e de estruturas organizadas de apoio técnico, apresentaram maior estabilidade operacional, maior capacidade de manutenção e menor incidência de paralisações, corroborando com o observado por (Huang et al., 2022b). No estado do Ceará, onde predomina a atuação do modelo regionalizado de gestão com participação do SISAR, constatou-se os melhores resultados, confirmando que arranjos cooperativos e institucionalmente estruturados tendem a oferecer maior sustentabilidade aos sistemas rurais.

Por outro lado, os sistemas geridos exclusivamente pelas comunidades ou por municípios com limitada capacidade técnica e financeira apresentaram maior incidência de dificuldades operacionais, incluindo problemas estruturais, falhas na manutenção, insuficiência de recursos para custeio e dificuldades para garantir a qualidade da água. Esses achados corroboram com (Silva, 2024), que aponta que a gestão comunitária, embora importante para a participação social e o controle local, necessita de suporte técnico e institucional permanente para alcançar sustentabilidade no longo prazo.

5.3.1 Estratégias institucionais para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural

Com base na Matriz de Vulnerabilidade, as estratégias para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco devem ser organizadas em dois níveis

complementares: o nível nacional, sob coordenação do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), e o nível estadual, sob responsabilidade de Pernambuco, Ceará e Paraíba, com atuação articulada com municípios, comunidades, companhias estaduais e arranjos cooperativos de gestão.

A leitura integrada dos resultados permite afirmar que os principais gargalos se concentram em cinco dimensões: qualidade da água, disponibilidade hídrica do manancial, fragilidades de infraestrutura, baixa sustentabilidade financeira e limitações do modelo de gestão comunitária isolada. Nesse contexto, as estratégias precisam ir além da implantação física dos sistemas, avançando para um modelo de prestação sustentável do serviço, com suporte técnico, institucional e financeiro contínuo.

No âmbito do MIDR, a atuação deve ser estruturante, indutora e coordenadora, voltada à consolidação dos sistemas implantados e à redução das assimetrias interestaduais.

5.3.1.1 Monitoramento federal da consolidação operacional e execução estadual das ações corretivas

Compete ao MIDR realizar o monitoramento sistemático da fase pós-implantação dos sistemas de abastecimento de água implantados no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco, com foco não apenas na entrega das obras, mas na verificação do funcionamento efetivo e contínuo dos sistemas.

Com base nos resultados do monitoramento, caberá aos Estados executar as ações necessárias para a consolidação operacional, priorizando as comunidades classificadas com maior grau de vulnerabilidade, mediante intervenções técnicas, institucionais e operacionais voltadas à correção de falhas identificadas.

Essa diretriz se justifica pelos resultados da pesquisa, que demonstram que a existência de sistema implantado não garante, por si só, sua operação regular, sobretudo em situações em que persistem problemas de salinidade, escassez hídrica, infraestrutura incompleta ou fragilidade na gestão.

5.3.1.2 Monitoramento e disponibilização de recursos federais e execução estadual das adequações técnicas conforme tipologia de vulnerabilidade

Compete ao MIDR estabelecer diretrizes, critérios técnicos e prioridades de intervenção, com base na tipologia de vulnerabilidade identificada, bem como realizar o monitoramento da aplicação dos recursos e da efetividade das ações executadas. Para viabilizar a implementação das medidas corretivas, o MIDR deverá disponibilizar recursos financeiros aos Estados destinados à adequação, requalificação e fortalecimento operacional dos sistemas de abastecimento de água implantados no âmbito do PISF.

Com base nessas diretrizes e mediante apoio financeiro federal, compete aos Estados executar as adequações técnicas necessárias, evitando a adoção de soluções padronizadas e considerando as especificidades de cada sistema, incluindo:

- implantação ou ampliação de dessalinização em áreas com salinidade elevada;
- reforço de captação, adução, reservação e distribuição em sistemas com deficiência de infraestrutura;
- implantação de fontes suplementares ou interligações para localidades com baixa disponibilidade hídrica;
- melhoria da operação, automação, medição e manutenção preventiva em sistemas já implantados, porém operando com instabilidade.

Essa medida se justifica porque os resultados da pesquisa demonstraram que as vulnerabilidades variam significativamente entre os estados e entre as comunidades analisadas, exigindo soluções descentralizadas, porém coordenadas em nível federal, com aporte financeiro da União e execução operacional pelos entes estaduais, de modo a garantir a sustentabilidade dos sistemas e a efetiva segurança hídrica das populações rurais beneficiárias.

5.3.1.3 Induzir institucionalmente modelos de gestão compartilhada

Os dados da pesquisa indicam que os sistemas com melhores resultados operacionais são aqueles vinculados a modelos de gestão compartilhada, especialmente quando há interface entre comunidade, município e estruturas organizadas, como o SISAR. Assim, o MIDR deve induzir esse modelo por meio de instrumentos de governança interfederativa, condicionando novos investimentos e apoios à existência de arranjos formais de gestão. Isso pode incluir:

- exigência de plano de gestão para novos sistemas e para sistemas requalificados;
- formalização de responsabilidades entre estado, município e comunidade;
- estímulo à adoção de modelos inspirados no SISAR em estados com maior fragilidade institucional;
- estímulo a formação de operadores, lideranças comunitárias e agentes municipais;
- estímulo a formação em gestão financeira, tarifária e organização comunitária e controle social.

5.3.1.4 Monitoramento federal por meio da implementação de um sistema com atualização dos dados pelos estados

Compete ao MIDR estruturar e manter sistema permanente de monitoramento dos sistemas rurais, como instrumento de acompanhamento e tomada de decisão.

Para viabilizar esse monitoramento, os Estados devem realizar a coleta, atualização e envio periódico das informações, garantindo a alimentação contínua do sistema com indicadores mínimos, tais como:

- situação operacional do sistema;
- qualidade da água;
- disponibilidade da fonte hídrica;
- modelo de gestão;
- necessidade de intervenção prioritária.

Esse arranjo permitirá ao MIDR identificar sistemas com risco de paralisação, orientar a alocação de recursos e definir prioridades, enquanto os Estados executam as ações corretivas necessárias.

5.3.1.5 Estratégias para o estado de Pernambuco

Em Pernambuco, as vulnerabilidades concentram-se sobretudo na qualidade da água, em razão da alta salinidade dos recursos hídricos locais, além de problemas de infraestrutura, limitações financeiras e oscilações de vazão de poços profundos. Também se observa forte presença de gestão comunitária isolada, associada aos quadros mais frágeis.

Cabe destacar a existência de medidas estaduais que visam o abastecimento rural elaboradas no âmbito do seu Plano Estadual de Recursos Hídricos, que apontam:

> *Ação C.4.1.B – Implantação das soluções de abastecimento e do modelo de gestão adequado*
> *Após as indicações das soluções mais adequadas para cada tipo de comunidade rural deve ser realizada a etapa de implementação dessas. Conforme comentado na Ação anterior (seleção de soluções de abastecimento, Ação C.4.1A), a implantação de soluções deve contar com diversos atores parceiros e pode ser coordenada pela COMPESA e acompanhada pela Unidade Gestora de Saneamento Rural (UGSR).*
> *Essa implantação, além das estruturas físicas de abastecimento, deve incluir os modelos de gestão. Assim, a continuidade de instalação de novos núcleos do SISAR no Estado tem grande importância para a continuidade dos programas de saneamento rural e para assegurar a sustentabilidade das infraestruturas que serão instaladas nessas comunidades (SEINFRA, 2022).*

A importância da expansão da atuação do SISAR no estado de Pernambuco também foi defendida por Batista Lafayette, (2021), em seu estudo, que, à luz da experiência cearense, identificou a potencialidade desde modelo de gestão em promover o eficiente abastecimento hídrico na zona rural.

Desta forma, pensando no atendimento às comunidades no estado aqui analisadas, propõe-se:

5.3.1.5.1 Implantar ações para enfrentamento à salinidade

O estado deve priorizar a elaboração de um programa específico para comunidades rurais com fontes salobras, incluindo:

- diagnóstico hidroquímico sistemático dos poços e mananciais utilizados;
- classificação das comunidades por grau de comprometimento da qualidade da água;
- implantação de unidades de dessalinização com plano de operação e manutenção;
- monitoramento contínuo da potabilidade e do padrão organoléptico da água ofertada.

Essa medida é central, pois a qualidade da água aparece como a principal barreira operacional no estado.

5.3.1.5.2 Reduzir a dependência de poços com vazão instável

Em comunidades com oscilação de vazão, o estado deve promover estudos para diversificação ou complementação das fontes hídricas, priorizando:

- interligação com sistemas mais robustos;
- reservação estratégica para amortecer oscilações de produção;
- adução de fontes complementares;
- redimensionamento de sistemas superdependentes de poços profundos de baixa confiabilidade.

5.3.1.5.3 Requalificar infraestruturas deficitárias

O estado de Pernambuco deve realizar revisão técnica dos sistemas implantados para identificar subdimensionamento, falhas de bombeamento, insuficiência de reservação, precariedade de redes e fragilidade eletromecânica. A partir disso, deve ser executada a requalificação física dos sistemas rurais vinculados ao PISF.

5.3.1.5.4 Substituir gradualmente a gestão comunitária isolada por arranjos compartilhados

Os achados da pesquisa indicam que a gestão comunitária isolada é o arranjo mais frágil. Assim, Pernambuco deve estruturar uma política estadual de transição para modelos de gestão compartilhada, envolvendo:

- prefeituras municipais;
- entidade estadual ou regional de apoio à operação;
- associações comunitárias;
- eventual apoio da companhia estadual ou de organismo equivalente.

O foco não deve ser retirar a comunidade da governança, mas evitar que ela permaneça como única responsável pela operação de sistemas tecnicamente complexos.

5.3.1.5.5 Custear de manutenção emergencial

Como o estado reúne problemas simultâneos de qualidade, vazão, infraestrutura e limitação financeira, recomenda-se a instituição de mecanismo

estadual ágil para custear reparos emergenciais, substituição de bombas, painéis, cloradores e outros componentes críticos.

5.3.1.6 Estratégias para o estado da Paraíba

Na Paraíba, as maiores vulnerabilidades estão associadas à infraestrutura inadequada e à baixa disponibilidade hídrica das fontes, com menor peso relativo da qualidade da água. A predominância da gestão comunitária também sugere fragilidade institucional.

No âmbito do seu Plano Estadual de Recursos Hídricos, o estado da Paraíba prevê um programa de abastecimento rural:

> *8.5.2 Programa: Saneamento Básico*
> *8.5.2.1 Subprograma: IF-15 – Abastecimento de Água*
> *Objetivo: O foco principal desse programa é avançar no abastecimento pleno da população, ampliar os sistemas de tratamento de água para os domicílios urbanos e rurais, ou seja:*
> - *Interligar, sempre que possível, os atuais sistemas adutores com o PISF;*
> - *Aumentar o nível de atendimento da zona rural;*
> - *Aumentar o nível de tratamento d'água no Estado;*
> - *Garantir suprimento nas épocas de seca, (Paraíba, 2022).*

Desta forma, buscando reduzir as fragilidades identificadas no abastecimento das comunidades paraibanas, têm-se:

5.3.1.6.1 Executar a requalificação estrutural dos sistemas implantados

O estado deve revisar, de forma detalhada, os sistemas existentes para identificar deficiências de captação, distribuição, reservação e proteção operacional. Com base nessa revisão, recomenda-se:

- ampliar a capacidade de reservação;
- reforçar sistemas de bombeamento;
- corrigir falhas de rede;
- complementar estruturas inacabadas ou insuficientes;
- adaptar sistemas às demandas reais das comunidades.

5.3.1.6.2 Estabelecer medidas de segurança de fontes hídricas

Como a baixa disponibilidade hídrica aparece como problema central, a Paraíba deve estruturar medidas que visem a segurança das fontes hídricas, incluindo:

- avaliação de produtividade e regularidade dos mananciais;
- definição de fontes alternativas ou suplementares;
- integração entre sistemas locais e estruturas regionais quando viável;
- planejamento de contingência para períodos de estiagem prolongada.

5.3.1.6.3 Instituir modelos compartilhados de gestão

A pesquisa aponta que os sistemas com participação de prefeituras, em associação com a comunidade, tendem a apresentar melhor desempenho do que aqueles geridos exclusivamente por comunitários. Dessa forma, a Paraíba deve incentivar formalmente modelos de cogestão entre associações locais e municípios, com definição de atribuições operacionais, apoio técnico e suporte administrativo.

5.3.1.6.4 Induzir ações de apoio técnico-operacional junto às prefeituras

O estado deve induzir a realização de ações de apoio técnico por meio de visitas periódicas para manutenção preventiva, apoio aos operadores locais, controle da qualidade da água e acompanhamento dos indicadores operacionais, reduzindo o isolamento técnico das comunidades.

5.3.1.7 Estratégias para o estado do Ceará

O Ceará apresenta o cenário mais favorável, com ampla predominância de sistemas em bom funcionamento, o que indica a efetividade relativa de seus arranjos de gestão compartilhada, especialmente com participação do SISAR. Ainda assim, persistem vulnerabilidades ligadas à baixa disponibilidade hídrica e à problemática financeira em parte das comunidades. Relativo a isto, entre as ações que constam no Plano de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Ceará, em seu capítulo de Programas e Ações da Região Hidrográfica do Salgado, nota-se claro destaque às ações de construção de cisternas visando melhoria da capacidade de reservação de água em comunidades rurais difusas, contando com a garantia por parte dos agentes públicos na continuidade deste abastecimento, (Ceará, 2023).

5.3.1.7.1 Consolidar e expandir o modelo de gestão compartilhada

O Ceará deve manter e ampliar o modelo de gestão compartilhada já adotado, fortalecendo a interface entre comunidade, município e SISAR. Esse arranjo mostrou

maior estabilidade operacional e deve ser tratado como eixo estratégico de política pública estadual para saneamento rural.

5.3.1.7.2 Priorizar comunidades com déficit de disponibilidade hídrica

Nas comunidades em que a disponibilidade hídrica deficitária foi apontada como principal barreira, o estado deve adotar medidas de segurança da fonte, como:

- reforço ou substituição da captação;
- interligação com fontes mais confiáveis;
- ampliação da reservação;
- estratégias de contingência para estiagens;
- integração com sistemas regionais, quando tecnicamente possível.

5.3.1.7.3 Enfrentar a vulnerabilidade financeira com tarifa social e subsídio operacional calibrado

Como a baixa disposição ao pagamento foi apontada em nove comunidades, o estado deve aperfeiçoar mecanismos de sustentabilidade econômica, por meio de:

- modelo tarifário social compatível com a renda rural;
- subsídio parcial ou cruzado para comunidades mais vulneráveis;
- campanhas de sensibilização sobre o custo do serviço;
- transparência no uso dos recursos arrecadados;
- fortalecimento da educação financeira comunitária.

5.3.1.7.4 Sistematizar a experiência cearense para cooperação com outros estados

Dado o desempenho mais favorável do Ceará, o estado pode atuar como referência na disseminação de boas práticas para Pernambuco e Paraíba, especialmente em temas como governança compartilhada, apoio técnico regionalizado, estrutura tarifária e fortalecimento institucional.

5.3.1.8 Estratégias comuns aos três estados

Apesar das especificidades, algumas diretrizes devem ser comuns a Pernambuco, Paraíba e Ceará.

5.3.1.8.1 Formalização do modelo de gestão

Todos os sistemas devem possuir definição expressa sobre:

- operador responsável;
- arranjo institucional de apoio;
- fonte de custeio;
- rotina de manutenção;
- responsável técnico;
- fluxo de resposta a falhas.

5.3.1.8.2 Assistência técnica às comunidades

Os resultados mostram que a participação comunitária é importante, mas insuficiente quando desacompanhada de suporte técnico e institucional. Portanto, a gestão comunitária deve ser fortalecida, e não abandonada, por meio de apoio continuado do poder público.

5.3.1.8.3 Integração entre infraestrutura, gestão e saúde pública

Questões ligadas à qualidade da água, especialmente em Pernambuco, exigem integração mais estreita entre políticas de recursos hídricos, saneamento rural e vigilância em saúde, para que a operação dos sistemas garanta não apenas oferta de água, mas água segura para consumo humano.

5.3.1.8.4 Planejamento por risco e priorização de comunidades críticas

Os estados devem concentrar esforços para atendimento das comunidades com condições críticas, podendo utilizar como ferramenta a Matriz de Vulnerabilidades, ou instrumento similar, como apoio na priorização, com foco inicial nas comunidades com maior risco operacional, baixa qualidade da água, deficiência de infraestrutura e fragilidade de gestão.

Com base nas vulnerabilidades identificadas, foram propostas diretrizes institucionais diferenciadas para o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e para os estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará, considerando as especificidades hidroambientais, estruturais e de governança observadas em cada território, conforme apresentado no **Quadro 8**.

Quadro 8 - Estratégias institucionais para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do PISF.

Âmbito	Vulnerabilidade	Estratégia do MIDR	Estratégia estadual	Prioridade	Resultado esperado
Federal / Estados	Sistemas implantados sem operação regular	Monitoramento da consolidação operacional pós-implantação	Execução das ações corretivas das vulnerabilidades identificadas	Alta	Funcionamento efetivo e contínuo dos sistemas
Federal / Estados	Necessidade de adequações técnicas específicas	Definição de diretrizes técnicas, prioridades e disponibilização de recursos	Execução das adequações conforme tipologia de vulnerabilidade	Alta	Sistemas ajustados às condições locais
Federal / Estados	Salinidade, escassez hídrica, infraestrutura incompleta	Monitoramento da aplicação de recursos e da efetividade das intervenções	Dessalinização, reforço de captação, interligações, reservação, automação e manutenção	Alta	Sustentabilidade operacional
Federal / Estados	Fragilidade institucional na gestão	Indução e monitoramento de modelos de gestão compartilhada	Implementação de gestão compartilhada	Alta	Maior estabilidade operacional
Federal / Estados	Falta de informações consolidadas	Sistema de monitoramento	Alimentação periódica de dados operacionais	Média-alta	Planejamento baseado em evidências
Federal / Estados	Ausência de modelo de gestão definido	Condicionar novos investimentos à formalização da gestão	Formalização de responsabilidades entre estado, município e comunidade	Alta	Melhor operação dos sistemas
Federal / Estados	Baixa capacidade técnica local	Diretrizes para capacitação e apoio técnico-operacional	Formação de operadores e apoio regional	Média-alta	Melhor operação dos sistemas
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Prioridade**	**Resultado esperado**
PE	Alta salinidade da água	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Implementar medidas de enfrentamento à salinidade	Alta	Garantia de potabilidade
PE	Oscilação de vazão de poços	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Diversificação de fontes e reservação estratégica	Alta	Continuidade do abastecimento
PE	Infraestrutura deficiente	Recursos para requalificação dos sistemas	Revisão técnica e reforço estrutural	Alta	Sistemas mais confiáveis
PE	Gestão comunitária isolada	Indução de gestão compartilhada	Transição para modelos cooperativos	Alta	Estabilidade operacional

Âmbito	Vulnerabilidade	Estratégia do MIDR	Estratégia estadual	Prioridade	Resultado esperado
PE	Falta de recursos para manutenção	-	Mecanismo para custeio emergencial	Média-alta	Redução de paralisações
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Prioridade**	**Resultado esperado**
PB	Infraestrutura insuficiente	Recursos para requalificação dos sistemas	Revisão estrutural dos sistemas	Alta	Melhor desempenho
PB	Baixa disponibilidade hídrica	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Diversificação de fontes e reservação estratégica	Alta	Redução da intermitência
PB	Subdimensionamento	Recursos para requalificação dos sistemas	Ampliação de reservação e bombeamento	Alta	Estabilidade operacional
PB	Gestão comunitária frágil	Indução de gestão compartilhada	Transição para modelos cooperativos	Alta	Melhor governança
PB	Falta de suporte técnico	Induzir ações de apoio técnico-operacional	Formação de operadores e apoio regional	Média-alta	Melhoria da operação
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Prioridade**	**Resultado esperado**
CE	Baixa disponibilidade hídrica	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Ampliação de reservação e interligações	Média-alta	Segurança hídrica
CE	Fragilidade financeira	-	Subsídio operacional calibrado	Média	Sustentabilidade
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Prioridade**	**Resultado esperado**
Geral	Falta de definição da gestão	Condicionar investimentos à formalização do modelo de gestão e operação	Definir operador responsável	Alta	Sistemas operacionais
Geral	Falta de assistência técnica	Condicionar investimentos à formalização do modelo de gestão e operação	Apoio técnico permanente	Média-alta	Menos falhas
Geral	Problemas de qualidade da água	Integração com políticas nacionais	Integração com saúde e saneamento	Média	Água segura
Geral	Sistemas críticos	Priorizar pela vulnerabilidade das comunidades	Intervenção nas comunidades de maior risco	Alta	Segurança hídrica

Fonte: Da própria autora, 2026.

6 CONCLUSÕES

A presente pesquisa demonstrou que a implantação de sistemas de abastecimento de água por meio do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), embora constitua condição essencial para a promoção da segurança hídrica, não é suficiente, por si só, para assegurar o acesso contínuo, seguro e sustentável à água potável pelas populações rurais beneficiárias. Os resultados evidenciaram que a efetividade do empreendimento depende da capacidade de transformar a infraestrutura implantada em prestação regular de serviço, o que envolve não apenas obras concluídas, mas sistemas operacionais, modelos de gestão adequados e suporte técnico e financeiro contínuo.

A análise revelou que, das aproximadamente 59 mil pessoas residentes nas comunidades do entorno do Eixo Norte do PISF, 75,4% vivem em localidades com sistemas implantados, enquanto 11,1% encontram-se em comunidades com sistemas ainda em implantação e 13,4% permanecem em localidades onde as obras sequer foram iniciadas. Esses dados demonstram avanços concretos promovidos pelo empreendimento na ampliação do acesso à água para populações historicamente vulnerabilizadas, mas evidenciam também lacunas que ainda precisam ser superadas para a universalização do serviço.

Entre as comunidades com sistemas implantados, que concentram cerca de 44,6 mil habitantes, verificou-se forte predominância da dependência de fontes subterrâneas (85,8%), o que reforça a importância dos condicionantes hidrogeológicos na sustentabilidade dos sistemas e ajuda a explicar vulnerabilidades relacionadas à salinidade, à oscilação de vazão e à baixa confiabilidade de parte das fontes hídricas.

A pesquisa revelou expressivas assimetrias interestaduais. O estado do Ceará apresentou o melhor desempenho, com elevada taxa de implantação e funcionamento dos sistemas, enquanto, a Paraíba apresentou situação intermediária, com boa taxa de implantação, porém ainda com limitações estruturais e de disponibilidade hídrica que impactam a operação. Já o estado de Pernambuco apresentou o cenário mais crítico, caracterizado por baixo percentual de implantação, maior ocorrência de sistemas inoperantes e predominância de alta vulnerabilidade. Esses resultados evidenciam que a implantação da infraestrutura não se traduz automaticamente em

segurança hídrica, e que a fase pós-implantação — especialmente a operação e a gestão — constitui hoje o principal desafio da política pública.

A análise das vulnerabilidades demonstrou que as principais limitações dos sistemas decorrem da interação entre fatores físicos, operacionais, institucionais e financeiros. Problemas relacionados à qualidade da água, disponibilidade hídrica, infraestrutura incompleta ou insuficiente, fragilidade financeira e ausência de arranjos institucionais robustos configuram obstáculos que comprometem a continuidade do serviço e reforçam que a vulnerabilidade dos sistemas é multidimensional.

Nesse contexto, os resultados destacaram que o modelo de gestão é um dos fatores mais determinantes para o desempenho dos sistemas. Observou-se que 93% dos casos com atendimento satisfatório estão associados a modelos de gestão compartilhada, envolvendo comunidades, poder público e estruturas de apoio técnico, enquanto os sistemas em autogestão comunitária concentram as maiores dificuldades operacionais. Tal resultado reforça que a governança é variável central da segurança hídrica e confirma a relevância de arranjos híbridos e cooperativos para a sustentabilidade do abastecimento rural.

A aplicação da matriz de vulnerabilidade permitiu qualificar essas diferenças e demonstrar que, embora 43,7% das comunidades tenham sido classificadas com baixa vulnerabilidade, essas concentram mais de 70% da população beneficiária, enquanto as comunidades classificadas com alta vulnerabilidade, embora em menor número populacional, demandam intervenções prioritárias por concentrarem maior risco de descontinuidade do serviço. Esse resultado confirma a utilidade da matriz como instrumento de apoio à decisão e de priorização de investimentos.

Com base nesses achados, conclui-se que a efetividade do PISF no atendimento às comunidades rurais depende de uma abordagem integrada que articule infraestrutura hídrica, gestão institucional, suporte técnico-financeiro e monitoramento contínuo. Nesse sentido, a atuação do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional deve avançar de uma lógica centrada na implantação de obras para uma lógica orientada à consolidação operacional dos sistemas, com monitoramento permanente baseado em vulnerabilidades, disponibilização de recursos para adequações técnicas e indução de modelos sustentáveis de gestão compartilhada.

No âmbito estadual, os resultados indicam a necessidade de estratégias territorialmente diferenciadas: em Pernambuco, com prioridade para enfrentamento da salinidade, instabilidade das fontes e fortalecimento institucional; na Paraíba, com foco na requalificação das infraestruturas e segurança das fontes hídricas; e no Ceará, na consolidação e disseminação dos modelos exitosos de gestão regionalizada, em especial as experiências inspiradas no SISAR.

Importa destacar, contudo, que os resultados desta pesquisa não reduzem a relevância do Projeto de Integração do Rio São Francisco; ao contrário, reafirmam seu papel como política pública estruturante para a promoção da segurança hídrica do Nordeste Setentrional. A implantação dos sistemas de abastecimento de água viabilizada no âmbito do PISF representa um avanço concreto na inclusão hídrica de comunidades historicamente submetidas à escassez e à precariedade do acesso à água.

O desafio evidenciado pela pesquisa situa-se menos na concepção do empreendimento e mais na necessidade de consolidar, na fase pós-implantação, as condições para o funcionamento contínuo e sustentável dos sistemas implantados. É nesse ponto que se reforça o protagonismo dos estados, aos quais cabe papel central na operação, manutenção, adequações técnicas, apoio à gestão e fortalecimento institucional dos sistemas, transformando a infraestrutura implantada em serviço público efetivamente prestado.

Sob a perspectiva do Marco Legal do Saneamento Básico, da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6, os resultados reforçam que a universalização do acesso à água não se esgota na implantação física dos sistemas, mas exige continuidade do serviço, qualidade da água ofertada, sustentabilidade econômico-financeira e governança adequada. A consolidação dos sistemas implantados constitui, portanto, condição indispensável para que o PISF contribua efetivamente para redução das desigualdades regionais e para o cumprimento do direito humano à água.

Por fim, ressalta-se que esta pesquisa não esgota a complexidade do tema. A problemática dos sistemas de abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do PISF envolve múltiplas dimensões e requer aprofundamentos futuros, especialmente em relação ao acompanhamento longitudinal dos sistemas, à sustentabilidade financeira dos modelos de gestão e aos impactos do abastecimento na qualidade de vida das

comunidades. Recomenda-se, portanto, o desenvolvimento de novas pesquisas que ampliem o conhecimento sobre essas dinâmicas e contribuam para o contínuo aperfeiçoamento das políticas públicas de segurança hídrica no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABUNGU, V., ADANU, K., FIROUZJAEI, M.D., WASONGA, B., ELLIOTT, M. A.; Multiple household water sources and uses in rural ASALs: Evidence and proposed solutions from Turkana, Kenya. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 31, 1 nov. 2025.

AHMED, N., SOHAIL, M., EKWAM, J.; Investigating Alternative Water Supply in Settlements: Cases from Turkana County in Kenya and Orangi in Karachi, Pakistan. **Sustainability (Switzerland),** v. 16, n. 19, 1 out. 2024.

AL DJONO, T. P; DANIEL, D. The effect of community contribution on the functionality of rural water supply programs in Indonesia. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 19, n. June, p. 7, 2022.

ALCÂNTARA, F. T. A. **Avaliação da qualidade das águas subterrâneas do aluvião do Rio Sucurú, Sumé-PB, quanto ao risco de salinização e solidificação**. Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. 2024. Sumé/PB. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/41194

ANA. **ATLAS ÁGUAS - Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano**. Brasília: 2021.

ANA. **Resolução ANA nº 211**, de 19 de setembro de 2024. Aprova a Norma de Referência nº 9/2024, que dispõe sobre indicadores operacionais da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. p. 1–30, 2024.

ANGMOR, E., FRIMPONG, L. K., MENSAH, S.L., OKYERE, S. A; Exploring the institutional barriers to rural water management in Ghana. **Water Policy**, v. 26, n. 9, p. 921–940, 1 set. 2024.

ANSELL, C., GASH, A.; Collaborative governance in theory and practice. **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 18, n. 4, p. 543–571, 2008.

BADDIANAAH, I., DONGZAGLA, A., SALIFU, S. N.; Navigating access to safe water by rural households in sub-Saharan Africa: Insights from north-western Ghana**. Sustainable Environment**, v. 10, n. 1, 2024.

BATISTA LAFAYETTE, F.; **Proposta de avaliação de modelo de gestão de sistema de abastecimento de água no meio rural do estado de Pernambuco**. Tese de doutorado. Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 2021.

BOLATOVA, Z., SHARAPATOVA, R., KABIYEV, Y., BERNDTSSON, R., TUSSUPOVA, K.; Towards Sustainable Solutions: Assessing Rural Access to Safe Drinking Water and Sanitation in Atyrau, Kazakhstan. **Water (Switzerland)**, v. 17, n. 664, p. 1–15, 2025.

BOURGUIGNON, N.; Connected and disrupted hydrosocial territories: the making of modern socionatures through inter-basin water transfers. **Journal of Political Ecology**, v. 30, p. 240–273, 2023.

BRASIL. **LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. 2007.

BRASIL. **LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. p. 1–28, 2020.

BRASIL. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, p. 29, 2021.

BURITI, C. O., BARBOSA, H. A., **Um Século de Secas: Por que as políticas hídricas não transformaram o semiárido brasileiro**? São Paulo: Editora Chiado Books, 432p., 2018.

CAETANO, T., PAIVA, A. L. R., SILVA, S. R. COUTINHO, A. P., CIRILO, J. A., CABRAL, J. J. S. P.; Abastecimento rural de água: uso e demanda em comunidades do Semiárido e a disponibilidade hídrica das aluviões. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, n. 1, p. 1–16, 6 jun. 2020.

CAMARGO, J. C. S. O Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR: uma política pública de inovação técnico-social para o acesso à água a comunidades rurais no Brasil. **Revista Política e Planejamento Regional**, v. 9, n. 2, p. 314–334, 2022.

CARVALHO, R. V.; LIMA, F. E. S.; SILVA, R. P. O Programa Um Milhão De Cisternas (P1Mc): Uma Alternativa De Convivência Com O Semiárido Na Comunidade Agreste De Baixo - São Miguel/RN. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 61, p. 136–149, 2017.

CEARÁ, **Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas Do Ceará. Plano de Recursos Hídricos da Região do Rio Salgado. Programas e Ações da Região Hidrográfica do Rio Salgado**. Ceará, Fortaleza, 2023.

CHOUGAR, R., BAALI, F., HADJI, R. GHRIEB, L., HAMAD, A., HAMED, Y.; Assessing groundwater quality in semi-arid conditions: A geographic information systems-integrated approach using water quality index. **Bulletin of the Mineral Research and Exploration**, v. 174, p. 129–143, 1 ago. 2024.

CBHSF – Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco. **Gestão e Operação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) Segunda Parte - O Modelo Gestão e Operação do PISF**. 2018.

CPRM. **Mapa hidrogeológico do Brasil**. CPRM, 2014. Escala 1:5.000.000.

CRANDALL, R. **Geografia, Geologia, Suprimento d'água, transporte e açudagem nos estados orientais do Nordeste do Brasil, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba**. Rio de Janeiro: IOCS, 1910. 131p.

DANIEL, D., AL DJONO, T. P., ISWARANI, W. P.; Factors related to the functionality of community-based rural water supply and sanitation program in Indonesia. **Geography and Sustainability**, v. 4, n. 1, p. 29–38, 2023.

EMERSON, K.; NABATCHI, T.; BALOGH, S. An integrative framework for collaborative governance. **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 22, n. 1, p. 1–29, 2012.

ENÉAS DA SILVA, F. O., HEIKKILA, T., SOUZA FILHO, F. A., SILVA, D. C.; Developing sustainable and replicable water supply systems in rural communities in Brazil. **International Journal of Water Resources Development**, v. 29, n. 4, p. 622–635, 2013.

FERREIRA, J. G.; A transposição das águas do Rio São Francisco na resposta à seca do Nordeste brasileiro. Cronologia da transformação da ideia em obra**. Revista Latino-Americana de Relações Internacionais,** v. 1, n. 2, p. 53–72, 2019.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 5 ed. ed. Brasília: 2019.

GARRIDO, J., ROCHA, W., GAMBRILL, M., COLLET, H.; **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil - Parte I: Relatório Principal**. Disponível em: <http://www.worldbank.org/pt/country/brazil/brief/brazil-publications-agua->.

GASMI, H., KUPER, M., MARTINS, E. S. P. R., MORARDET, S., BURTE, J.; Sustaining community-managed rural water supply systems in severe water-scarce areas in Brazil and Tunisia. **Cahiers Agricultures**, v. 31, n. 21, 2022.

GHANI, L. A., ALI, N., NAZARAN, I. S., HANAFIAH, M. M.; Environmental Performance of Small-Scale Seawater Reverse Osmosis Plant for Rural Area Water Supply. **Membranes**, v. 11, n. 40, p. 1–14, 2021.

HANIF, A., MIRZAHI, S., ZAKIRI, J. A., LOODIN, N., NADEEM, G. F., RAHMANI, S. A. B.; Maneuvers of Informal Settlement Communities in Access to Drinking Water: Insights from Herat City, Afghanistan. **ACS ES&T Water**, v. 5, n. 1, p. 81–90, 10 jan. 2025.

HUANG, W. W., CHEN, X. J., FAN, Y. R., LI, Y.P.; Management of Drinking Water Source in Rural Communities under Climate Change. **Journal of Environmental Informatics**, v. 39, n. 2, p. 136–151, 2022a.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022***:* Rio de Janeiro: IBGE, 2023

IBGE. **Em 2023, um em cada três domicílios rurais era abastecido por rede geral de água**. Agência de Notícias IBGE, 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/42292-em-2023-um-em-cada-tres-domicilios-rurais-era-abastecido-por-rede-geral-de-agua. Acesso em 18/11/2025.

JOJOZI, F. N., MBHELE, T. P., ERESIA-EKE, C.; Water management optimization challenges: a supply-side perspective. **Sustainable Water Resources Management**, v. 11, n. 5, 1 out. 2025.

MACHADO, A. V. M., OLIVEIRA, P. A. D., MATOS, P. G.; Review of Community-Managed Water Supply — Factors Affecting Its Long-Term Sustainability. **Water**, v. 14, n. 2209, 2022a.

MACHADO, A. V. M., OLIVEIRA, P. A. D., MATOS, P. G., SANTOS, A. S. P.; Strategies for Achieving Sustainability of Water Supply Systems in Rural Environments with Community Management in Brazil**. Water (Switzerland)**, v. 15, n. 12, p. 1–12, 2023.

MATEUS, C., VALENCIA, M., DIFRANCESCO, K., OCHOA-HERRERA, V., GARTNER, T., QUIROGA, D.; Governance mechanisms and barriers for achieving water quality improvements in Galapagos. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 21, p. 1–24, 1 nov. 2020.

MEDINA, N., RAD, M. R., NOZARI, S., SUTER, J. F., BAILEY, R. T., SAHOO, D.; Water Scarcity Compounds the Negative Effects of Salinity on Irrigated Agriculture. **Water Resources Research**, v. 61, n. 11, 1 nov. 2025.

MI. R32 - **Relatório Síntese de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental**. 2000.

MI. 15 - **Programa de Implantação de Infra-Estrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais**. 2005.

MIDR. **Programa Água Doce**. Brasília/DF, 2020.

OMAROVA, A., TUSSUPOVA, K., HJORTH, P., KALISHEV, M., DOSMAGAMBETOVA, R.; Water Supply Challenges in Rural Areas: A Case Study from Central Kazakhstan. I**nternational Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 688, 2019.

OSTROM, E.; Governing the Commons - The evolution os institutions for collective action. **Political Economy of Institutions and Decisions**, Cambridge, 1990.

PARAIBA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba: Relatório executivo/Governo do Estado da Paraíba**. – João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2022. 227p.

PORTELA, T. J. B.; **Governança para Operacionalização do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologias e Geociências, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Recife, 2021.

SALDAÑA ALMAZÁN, M., ZUÑIGA, A. P. L., MENDZA, E. M., ARELLANES, M. P. C., CRUZ, S. S.; Community Management and Sustainability of Water Supply in a Rural Area of Guerrero, Mexico. **Sustainability (Switzerland)**, v. 17, n. 10, p. 1–15, 2025.

SARMENTO, F. J., **Transposição do Rio São Francisco. Realidade e obra a construir**. Brasília: Francisco Jácome Sarmento, 132p. 2005.

SARMENTO, F.; A integração do São Francisco: verdade e mito. **Revista USP**, n. 70, p. 14–23, 2006.

SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E RECURSOS HÍDRICOS**. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco: tomo III: mobilização social, proposições de ações, implementação e acompanhamento.** Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos. Secretaria Executiva de Recursos Hídricos. – Recife: Seinfra, 2022.

SHIELDS, K. F., MOFFA, M., BEHNKE, N. L., KELLY, E., KLUG, T., LEE, K., CRONK, R., BARTRAM, J.; Community management does not equate to participation: Fostering community participation in rural water supplies. **Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development**, v. 11, n. 6, p. 937–947, 2021.

SILVA, L. A. P., SILVA, C. R., SOUZA, C. M. P., BOLFE, E. L., SOUZA, J. P. S., LEITE, M. E.; Mapeamento da aridez e suas conexões com classes do clima e desertificação climática em cenários futuros – Semiárido Brasileiro. **Sociedade & Natureza**, v. 35, n. 1, 19 jun. 2023.

SILVA FILHO, J. A., LEITE, F. F. P., ALVES, L. S. F., SILVA, J. B.; Experiências internacionais de transferência de água entre bacias hidrográficas: reflexões sobre benefícios e desvantagens. **Geografares**, v. 4, n. 38, p. 243–268, 28 jun. 2024.

SILVA, J.; Rural water access and supply in Mexico and Brazil, el acceso y el suministro de agua rural en México y Brasil. **Tecnologia y Ciencias del Agua**, v. 15, n. 3, p. 349–390, 2024.

SINGH, N., PANDEY, A., SINGH, V.; Impact of institutional overlapping on water governance of Himalayan City, Nainital, India. **Water Policy**, v. 26, n. 6, p. 601–617, 1 jun. 2024.

SOPPER, R. H. **Geologia e suprimento d'água subterrânea do Rio Grande do Norte e Parahyba.** Rio de Janeiro: Inspectoria de Obras Contra as Seccas 62p. 1913. (Ser. I.D., publ., 26).

SYCHAREUN, V., THONGMIXAY, S., VONGXAY, V., SOMPHET, V., PHOMMAVONG, C., PHOMMAVONGSA, P, PHANTHAMALA, S., KHONGSAB, S., DETCHANTHACHACK, K., THONGMALA, V., DURHAM, J.; Facilitators/barriers to the implementation of public policies and strategies towards water security, Lao PDR. **Water Policy**, v. 27, n. 3, p. 261–274, 1 mar. 2025.

TCE-PE. **Água tratada chega a 87% dos pernambucanos, e esgoto a apenas 34%**. Disponível em: https://www.tcepe.tc.br/internet/index.php/noticias/446-2024/dezembro/7778-tce-pe-agua-tratada-chega-a-87-dos-pernambucanos-e-esgoto-a-apenas-34. Acesso em 13/11/2025.

TOAN, T. D., HANH, D. N., THU, D. T.; Management Models and the Sustainability of Rural Water Supply Systems: An Analytical Investigation in Ha Nam Province, Vietnam. **Sustainability**, v. 15, n. 9222, 2023.

UNITED NATIONS. **The human right to water and sanitation - A/RES/64/292**. General Assembly, 2010.

World Health Organization (WHO). **Domestic water quantity, service level and health - Second edition**. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Matriz de vulnerabilidades das comunidades rurais beneficiárias do abastecimento hídrico nos municípios do Eixo Norte do PISF:

Matriz de vulnerabilidade das comunidades rurais beneficiárias do abastecimento de água situadas no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

Município	UF	Comunidade	Sistema	Pop. Comunidade 2013 (hab)	Peso Variável População da Comunidade	Fonte Hídrica	Peso Variável Fonte Hídrica	Situação de Operação (Barreira Primária)	Peso Variável (Barreira primária)	Situação de Operação (Barreira Secundária)	Peso Variável (Barreira secundária)	Distância do empreendimento (m)	Peso Variável Distância	Aquífero Hidrogeologia	Peso Variável Hidrogeologia	Modelo de Gestão	Peso Variável Gestão	Score Final
Mirandiba	PE	Quilombola de Serra do Talhado	Serra do Talhado	96	3	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Redimensionamento	2	52679,00	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,5**
Mirandiba	PE	Quilombola de Juazeiro Grande	Juazeiro Grande	176	2	Subterrânea	2	Redução de vazão	3	Qualidade da Água	2	47541,50	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,55**
Mirandiba	PE	Quilombola de Araçá	Araçá	72	3	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Não apontada	1	50523,90	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,4**
Mirandiba	PE	Quilombola de Feijão/Posse	Feijão/Posse	200	2	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Qualidade da Água	2	43916,40	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,35**
Mirandiba	PE	Quilombola de Queimadas	Queimadas	76	3	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Não apontada	1	41126,50	3	Poroso	1	Comunitária	3	**2,3**
Mirandiba	PE	Quilombola de Pedra Branca	Pedra Branca	96	3	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Não apontada	1	61452,20	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,4**
Parnamirim	PE	Assentamento (PA) Nova Vida	Nova Vida	80	3	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Não apontada	1	51205,40	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,4**
Parnamirim	PE	Assentamento (PA) Valeriano Dias Silva	Valeriano Dias Silva	276	2	Subterrânea	2	Financeira	2	Qualidade da Água	2	55031,00	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,35**
Salgueiro	PE	Quilombola Conceição das Crioulas	Conceição das Crioulas	3600	1	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Redução de vazão	3	34050,00	3	Fissural	1	Companhia Estadual	1	**1,5**
Terra Nova	PE	Quilombola de Contendas	Contendas	204	2	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Redimensionamento	2	5386,06	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,35**
Verdejante	PE	Assentamento (PA) Nossa Sra. Aparecida II	Nossa Sra. Aparecida II	172	2	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Não apontada	1	20256,20	3	Fissural	2	Comunitária	3	**2,25**
Penaforte	CE	Baixio do Couro	Gentil	200	2	Superficial	1	Financeira	2	Não apontada	1	311,65	1	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,55**
Penaforte	CE	Gentil		160	2	Superficial	1	Financeira	2	Não apontada	1	3419,18	2	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,7**
Penaforte	CE	Lagoa Preta		208	2	Superficial	1	Financeira	2	Não apontada	1	404,72	1	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,55**
Penaforte	CE	Retiro		208	2	Superficial	1	Financeira	2	Não apontada	1	1145,21	1	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,55**
Jati	CE	Balança	Complexo Balança	520	1	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	1480,86	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,5**
Jati	CE	Barro Branco	Complexo Beleza	172	2	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2351,96	2	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,3**
Jati	CE	Beleza		240	2	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	5302,43	3	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,45**
Jati	CE	DNOCS Atalho		48	3	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	110,88	1	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,3**
Jati	CE	Joãozinho		12	3	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1231,24	1	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,3**
Jati	CE	Pebas		44	3	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2517,22	2	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,45**
Jati	CE	Baião	Barra de Santana	320	1	Superficial	1	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	2255,38	2	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Jati	CE	Sabonete	Barra de Santana	36	3	Superficial	1	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	1960,37	1	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,7**

Município	UF	Comunidade	Sistema	Pop. Comunidade 2013 (hab)	Peso Variável População da Comunidade	Fonte Hídrica	Peso Variável Fonte Hídrica	Situação de Operação (Barreira Primária)	Peso Variável (Barreira primária)	Situação de Operação (Barreira Secundária)	Peso Variável (Barreira secundária)	Distância do empreendimento (m)	Peso Variável Distância	Aquífero Hidrogeologia	Peso Variável Hidrogeologia	Modelo de Gestão	Peso Variável Gestão	Score Final
Jati	CE	Barra de Santana	Barra de Santana	132	2	Superficial	1	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	182,70	1	Fissural	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Jati	CE	Buenos Aires	Buenos Aires/Rio do Gato	22	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	780,21	1	Fissural	2	Comunidade e Prefeitura	1	**1,9**
Jati	CE	Rio do Gato	Buenos Aires/Rio do Gato	18	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	615,48	1	Fissural	2	Comunidade e Prefeitura	1	**1,9**
Brejo Santo	CE	Jatobá	Quatro Baraúnas	36	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Qualidade da Água	2	3375,93	2	Fissural	2	Prefeitura	2	**2,35**
Brejo Santo	CE	Quatro Baraúnas	Quatro Baraúnas	40	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Qualidade da Água	2	4226,42	2	Fissural	2	Prefeitura	2	**2,35**
Mauriti	CE	Canabrava Grande	Cipó	160	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	124,72	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Canabravinha	Cipó	200	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1210,05	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Cipó	Cipó	440	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	386,97	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Guigó	Cipó	116	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1599,32	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Quixabinha	Cipó	484	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	334,78	1	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,2**
Mauriti	CE	Gomes	Gomes	208	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Qualidade da Água	2	1577,73	1	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,85**
Mauriti	CE	Descanso	Palestina do Cariri	28	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	552,34	1	Poroso	1	Companhia Estadual	1	**1,4**
Mauriti	CE	Palestina do Cariri	Palestina do Cariri	5200	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2233,95	2	Poroso	1	Companhia Estadual	1	**1,25**
Mauriti	CE	Malhada	Malhada/Sítio Novo	268	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Qualidade da Água	2	5313,29	3	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**2,05**
Mauriti	CE	Sítio Novo	Malhada/Sítio Novo	20	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Qualidade da Água	2	5313,29	3	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**2,2**
Mauriti	CE	Umburanas	Umburanas	5330	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	526,40	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Maravilha	Umburanas	98	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2199,94	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Mauriti	CE	Coité	Coité	1001	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	354,29	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Brejo Grande	Marcela	363	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1080,69	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Vieira	Marcela	335	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1366,37	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Marcela	Marcela	577	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	501,35	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Agrovila	Agrovila	1025	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1791,69	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,1**
Mauriti	CE	Mucambo	Agrovila	150	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1277,68	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,25**
Mauriti	CE	Umbuzeiro	Agrovila	37	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Fonte hídrica	3	343,41	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,6**
Mauriti	CE	Pau Branco	Agrovila	84	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Fonte hídrica	3	1071,31	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,6**
Mauriti	CE	Extrema	Extrema	1753	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2994,63	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**

Município	UF	Comunidade	Sistema	Pop. Comunidade 2013 (hab)	Peso Variável População da Comunidade	Fonte Hídrica	Peso Variável Fonte Hídrica	Situação de Operação (Barreira Primária)	Peso Variável (Barreira primária)	Situação de Operação (Barreira Secundária)	Peso Variável (Barreira secundária)	Distância do empreendimento (m)	Peso Variável Distância	Aquífero Hidrogeologia	Peso Variável Hidrogeologia	Modelo de Gestão	Peso Variável Gestão	Score Final
Mauriti	CE	Jatobá	Extrema	227	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	3431,07	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,4**
Mauriti	CE	Anauá	Complexo Anauá	2703	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2061,82	2	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,35**
Mauriti	CE	Logradouro	Complexo Anauá	126	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2806,38	2	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,5**
Mauriti	CE	Santo Antonio dos Posseiros	Complexo Anauá	1166	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2771,15	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Caldeirão Dantas	Complexo Anauá	177	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2932,88	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,4**
Mauriti	CE	Beleza	Complexo Anauá	214	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1223,46	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Cotó	Complexo Anauá	70	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	244,05	1	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,5**
Mauriti	CE	Caboclo	Complexo Anauá	117	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1717,85	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Serra Verde	Complexo Anauá	64	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	5377,75	3	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,8**
Mauriti	CE	Jacú	Jacú	127	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	1298,05	1	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,85**
Mauriti	CE	São Miguel	São Miguel	2312	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	544,12	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Lagoa Funda	Lagoa Funda	289	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1572,91	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Boa Esperança	Boa Esperança e Curtume	28	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1388,07	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,4**
Mauriti	CE	Curtume	Boa Esperança e Curtume	720	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1850,20	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,1**
Mauriti	CE	Pinheiro	Pinheira	176	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Qualidade da Água	2	1662,60	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,75**
Mauriti	CE	Sítio Santana	Sítio Santana	448	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	3693,06	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Sítio de Cima	Sítio Santana	42	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	4082,81	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Mauriti	CE	Tanquinho	Tanquinho	657	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	6343,36	3	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,4**
Brejo Santo	CE	Cachoeirinha	Vieira	98	3	Subterrânea	2	Financeira	2	Não apontada	1	598,90	1	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,8**
Brejo Santo	CE	Vieira	Vieira	534	1	Subterrânea	2	Financeira	2	Não apontada	1	171,28	1	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,5**
Brejo Santo	CE	Passagem das Pedras	Passagem de Pedras	266	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	5094,76	3	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Brejo Santo	CE	Poço do Pau	Ribeirão	485	1	Subterrânea	2	Financeira	2	Não apontada	1	923,41	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,3**
Brejo Santo	CE	Ribeirão	Ribeirão	262	2	Subterrânea	2	Financeira	2	Não apontada	1	838,62	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,45**
Penaforte	CE	Baixio das Bestas	Baixio das Bestas	236	2	Superficial	1	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	495,34	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Penaforte	CE	Barro Vermelho	Barro Vermelho	328	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	3027,25	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Brejo Santo	CE	Deserto II	Deserto II	740	1	Subterrânea	2	Financeira	2	Não apontada	1	3762,71	2	Poroso	1	Prefeitura	2	**1,65**
Mauriti	CE	Canabravinha	Canabravinha e Quixabinha	190	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	406,05	1	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**

Município	UF	Comunidade	Sistema	Pop. Comunidade 2013 (hab)	Peso Variável População da Comunidade	Fonte Hídrica	Peso Variável Fonte Hídrica	Situação de Operação (Barreira Primária)	Peso Variável (Barreira primária)	Situação de Operação (Barreira Secundária)	Peso Variável (Barreira secundária)	Distância do empreendimento (m)	Peso Variável Distância	Aquífero Hidrogeologia	Peso Variável Hidrogeologia	Modelo de Gestão	Peso Variável Gestão	Score Final
Mauriti	CE	Quixabinha	Canabravinha e Quixabinha	128	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	94,10	1	Fissural	2	Comunidade e SISAR	1	**1,35**
Mauriti	CE	Pombos (Várzea Comprida)	Pombos	384	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	4253,92	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,25**
Mauriti	CE	Mandassaia	Pombos	236	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	4437,23	2	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,4**
Mauriti	CE	Cajueiro	Pombos	205	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	6025,48	3	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,55**
Mauriti	CE	Arrebenta Boi	Pombos	95	3	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	6789,66	3	Poroso	1	Comunidade e SISAR	1	**1,7**
Mauriti	CE	Malhada Grande	Malhada Grande	308	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	607,98	1	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,1**
Jati	CE	Barro Branco	Vila Faustino	212	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	5722,95	3	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,55**
Jati	CE	Caboclo	Vila Faustino	352	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	5352,06	3	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,4**
Jati	CE	Vila Faustino	Vila Faustino	120	2	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2537,24	2	Poroso	1	Comunidade e Prefeitura	1	**1,4**
Monte Horebe	PB	Chapada	Chapada	68	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	1833,43	1	Poroso	1	Comunitária	3	**2,2**
Monte Horebe	PB	Serrinha	Serrinha	80	3	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	1512,11	1	Fissural	2	Comunitária	3	**2,3**
Monte Horebe	PB	Braga	Braga	1200	1	Subterrânea	2	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	950,75	1	Fissural	2	Comunidade e Prefeitura	1	**1,2**
Cachoeira dos Índios	PB	Garguelo	Garguelo	420	1	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Infraestrutura	2	6225,90	3	Fissural	2	Prefeitura	2	**2,2**
São J. de Piranhas	PB	Antas II	Antas II	108	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	1474,11	1	Fissural	2	Comunidade e Prefeitura	1	**1,75**
São J. de Piranhas	PB	Benedita	Benedita	20	3	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Não apontada	1	4727,81	2	Fissural	2	Comunitária	3	**2,25**
São J. de Piranhas	PB	Catingueira	Catingueira	8	3	Subterrânea	2	Qualidade da Água	2	Não apontada	1	3757,66	2	Fissural	2	Comunidade e Prefeitura	1	**1,85**
São J. de Piranhas	PB	Serra do Vital	Serra do Vital	200	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Infraestrutura	2	1397,74	1	Fissural	2	Comunitária	3	**2,25**
São J. de Piranhas	PB	Serrote das Flores	Serrote das Flores	160	2	Subterrânea	2	Fonte hídrica	3	Não apontada	1	3342,77	2	Fissural	2	Comunidade e Prefeitura	1	**1,9**
Cajazeiras	PB	Arruído	Arruído	520	1	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Não apontada	1	646,47	1	Fissural	2	Comunitária	3	**1,8**
Cajazeiras	PB	Caiçara II	Arruído	208	2	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Não apontada	1	1725,68	1	Fissural	2	Comunitária	3	**1,95**
Cajazeiras	PB	Terra Molhada	Terra Molhada	336	1	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Não apontada	1	3145,96	2	Fissural	2	Comunitária	3	**1,95**
Cajazeiras	PB	Caiçara I	Terra Molhada	408	1	Subterrânea	2	Infraestrutura	2	Não apontada	1	679,08	1	Fissural	2	Comunitária	3	**1,8**
São J. de Piranhas	PB	Boa Vista	Maia	508	1	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	656,07	1	Fissural	1	Prefeitura	2	**1,2**
São J. de Piranhas	PB	Maia	Maia	152	2	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	1710,36	1	Fissural	1	Prefeitura	2	**1,35**
São J. de Piranhas	PB	Lages	Maia	16	3	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	994,78	1	Fissural	1	Prefeitura	2	**1,5**

Município	UF	Comunidade	Sistema	Pop. Comunidade 2013 (hab)	Peso Variável População da Comunidade	Fonte Hídrica	Peso Variável Fonte Hídrica	Situação de Operação (Barreira Primária)	Peso Variável (Barreira primária)	Situação de Operação (Barreira Secundária)	Peso Variável (Barreira secundária)	Distância do empreendimento (m)	Peso Variável Distância	Aquífero Hidrogeologia	Peso Variável Hidrogeologia	Modelo de Gestão	Peso Variável Gestão	Score Final
São J. de Piranhas	PB	Morros I	Maia	24	3	Superficial	1	Infraestrutura	2	Não apontada	1	1267,80	1	Fissural	1	Prefeitura	2	**1,7**
São J. de Piranhas	PB	Juncos	Maia	24	3	Superficial	1	Bom funcionamento	1	Não apontada	1	2004,68	2	Fissural	1	Prefeitura	2	**1,65**

APÊNDICE B - Relatório Técnico Situacional Estratégico e Proposta de Diretrizes Institucionais para o Fortalecimento da Segurança Hídrica das Comunidades Rurais no Entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

RELATÓRIO TÉCNICO

RELATÓRIO SITUACIONAL E PROPOSTA DE DIRETRIZES INSTITUCIONAIS PARA O FORTALECIMENTO DA SEGURANÇA HÍDRICA DAS COMUNIDADES RURAIS NO ENTORNO DO EIXO NORTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Sumé – PB
2026

CAPES ANA ProfÁgua Universidade Federal de Campina Grande

Universidade Federal de Campina Grande

MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

PROFÁGUA

RELATÓRIO TÉCNICO

Mariana Veríssimo Pacheco

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

Salomão de Sousa Medeiros, D.Sc.
Orientador

Prof. José Irivaldo Alves Oliveira Silva, D.Sc.
Coorientador

Sumé – PB
2026

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 4

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES RURAIS DO EIXO NORTE DO PISF 5

3 METODOLOGIA DO RELATÓRIO TÉCNICO SITUACIONAL 7

3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 7

3.2 LEVANTAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS 9

3.3 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE ANÁLISE 9

3.4 CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE VULNERABILIDADE 10

3.5 FORMULAÇÃO DAS DIRETRIZES ESTRATÉGICAS 10

4 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA QUANTO A SUA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO 10

5 ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO RURAL, E PROPOSIÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA SUPERAÇÃO DAS PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS 15

6 ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS PARA SUPERAÇÃO DAS VULNERABILIDADES DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO RURAL 19

7 CONCLUSÃO 22

REFERÊNCIAS 24

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório técnico constitui o produto final da dissertação desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, e tem como objetivo apresentar um diagnóstico situacional estratégico dos sistemas de abastecimento de água implantados nas comunidades rurais situadas no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), bem como propor diretrizes institucionais voltadas ao fortalecimento da segurança hídrica dessas populações.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco representa uma das mais importantes obras de infraestrutura hídrica do país, concebido para garantir a segurança hídrica do Nordeste Setentrional por meio da transferência de águas do rio São Francisco para bacias hidrográficas intermitentes. No entanto, a efetividade do empreendimento, especialmente no que se refere ao atendimento das comunidades rurais localizadas na Área Diretamente Afetada – ADA do Eixo Norte, depende não apenas da disponibilidade de água nos canais principais, mas da implantação, operação e gestão adequada dos sistemas de abastecimento responsáveis pela distribuição dessa água às populações beneficiárias.

Os resultados da pesquisa demonstraram que, embora haja avanços significativos na implantação das estruturas, persistem vulnerabilidades relacionadas à qualidade da água, disponibilidade hídrica, infraestrutura, sustentabilidade financeira e modelo de gestão, as quais comprometem a continuidade e a eficiência dos sistemas. Nesse contexto, torna-se necessário consolidar instrumentos técnicos que permitam identificar fragilidades, priorizar intervenções e orientar a atuação coordenada entre o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, os estados e os municípios.

Com essa finalidade, foi elaborado o presente Relatório Situacional Estratégico, estruturado com base na aplicação da Matriz de Vulnerabilidade dos Sistemas de Abastecimento Rural, instrumento desenvolvido nesta pesquisa para classificação do grau de risco operacional dos sistemas e definição de prioridades de intervenção.

O relatório possui caráter aplicado e destina-se a subsidiar a tomada de decisão por parte dos órgãos responsáveis pela gestão do PISF e pelos sistemas de

abastecimento rural, contribuindo para o aprimoramento das políticas públicas voltadas à segurança hídrica e à melhoria das condições de vida das populações rurais beneficiárias.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES RURAIS DO EIXO NORTE DO PISF

O acesso à água potável constitui condição fundamental para a promoção da qualidade de vida, da saúde pública e do desenvolvimento regional, sendo reconhecido como direito humano essencial e como elemento central para o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 – Água potável e saneamento. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Marco Legal do Saneamento Básico estabelecem que o acesso à água deve ocorrer de forma universal, contínua e sustentável, incluindo as populações rurais, historicamente mais vulneráveis.

No semiárido nordestino, as limitações naturais impostas pela irregularidade das chuvas, pela predominância de aquíferos fissurais e pela elevada evapotranspiração tornam o abastecimento de água um desafio permanente.

Para além do aspecto físico, como destaca Silva et al., (2023), esta é a região semiárida mais populosa do planeta. Este aspecto demanda estratégias complexas de convivência com a seca e gestão hídrica, superando a visão histórica do combate aos fenômenos naturais em prol do desenvolvimento sustentável.

A dependência dessas fontes alternativas, muitas vezes sem tratamento adequado, expõe milhões de pessoas a riscos de doenças de veiculação hídrica (Baddianaah, et al., 2024). A qualidade da água nessas fontes é um ponto crítico, no entanto, a fiscalização e monitoramento são limitados, mesmo desempenhando papel fundamental na delineação de políticas públicas efetivas de abastecimento (Chougar et al., 2024).

Garantir o acesso aos serviços públicos de abastecimento de água potável no meio rural apresenta desafios específicos relacionados a dispersão populacional, que dificulta a implantação de grandes redes e sistemas centralizados; a baixa capacidade de pagamento pelas comunidades rurais, o que afeta a sustentabilidade financeira

dos serviços; a manutenção e operação de pequenos sistemas exigem capacitação e recursos contínuos e a garantia da potabilidade da água em sistemas alternativos é um desafio constante (Bolatova et al., 2025).

Nesse contexto, o Projeto de Integração do Rio São Francisco foi concebido como estratégia estruturante de segurança hídrica, com o objetivo de garantir oferta de água para múltiplos usos, incluindo o abastecimento humano. Para atendimento das demandas hídricas difusas, foi estabelecido como um dos objetivos do Projeto Básico Ambiental do PISF, no âmbito do processo de licenciamento ambiental junto ao Ibama Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a implantação de sistemas de abastecimento de água potável para as populações rurais situadas na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, por meio das ações do Programa de Apoio Técnico para Implantação da Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais (PBA 15 do PISF).

No entorno do Eixo Norte do empreendimento foram implantados sistemas de abastecimento destinados a atender comunidades rurais localizadas nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba. Esses sistemas apresentam características diversas quanto à fonte hídrica, tipo de infraestrutura, modelo de gestão e condições de operação, refletindo as diferenças ambientais e institucionais existentes entre os territórios.

Apesar dos avanços obtidos com a implantação das estruturas, a pesquisa identificou que parte dos sistemas apresenta dificuldades operacionais, incluindo problemas de salinidade da água, baixa disponibilidade hídrica, falhas de infraestrutura, limitações financeiras e ausência de modelo de gestão estruturado. Tais fatores demonstram que a garantia da segurança hídrica não depende exclusivamente da obra principal do PISF, mas da consolidação dos sistemas locais responsáveis pela distribuição da água às comunidades. Atingir a universalização do abastecimento de água no meio rural exige uma atuação conjunta e coordenada de diversos atores, políticas públicas que reconheçam as particularidades e vulnerabilidades das comunidades, investimento em soluções adequadas e no fortalecimento da gestão local (Machado et al., 2023).

Diante desse cenário, torna-se necessário adotar abordagem integrada, que considere simultaneamente aspectos técnicos, institucionais e socioeconômicos, de modo a assegurar que os sistemas implantados operem de forma contínua e sustentável.

3 METODOLOGIA DO RELATÓRIO TÉCNICO SITUACIONAL

A elaboração do presente relatório técnico foi realizada com base em abordagem aplicada, de caráter diagnóstico-propositivo, estruturada em etapas sequenciais que envolveram levantamento de dados, definição de indicadores, construção de matriz de vulnerabilidade, análise comparativa entre estados e formulação de diretrizes institucionais.

3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde à Área Diretamente Afetada do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco, abrangendo comunidades rurais localizadas nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba, atendidas por sistemas de abastecimento implantados no âmbito do empreendimento.

A ADA do Eixo Norte, de acordo com as definições constantes no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do PISF corresponde a uma faixa de 5 km de largura a partir do eixo do empreendimento. Nesta área, em que se situam 12 (doze) municípios dos estados de Pernambuco (Cabrobó, Salgueiro, Terra Nova e Verdejante), Ceará (Penaforte, Jati, Brejo Santo, Mauriti, Barro) e Paraíba (São José de Piranhas, Monte Horebe e Cajazeiras), ocorrem os principais impactos do empreendimento e, também, as principais medidas mitigadoras desses impactos, estabelecidas no âmbito do Projeto Básico Ambiental do PISF. Além destes municípios, foram considerados outros 2, em função do atendimento à públicos específicos dos Programas Ambientais, como o de comunidades quilombolas, (**Quadro 1** e **Figura 2**).

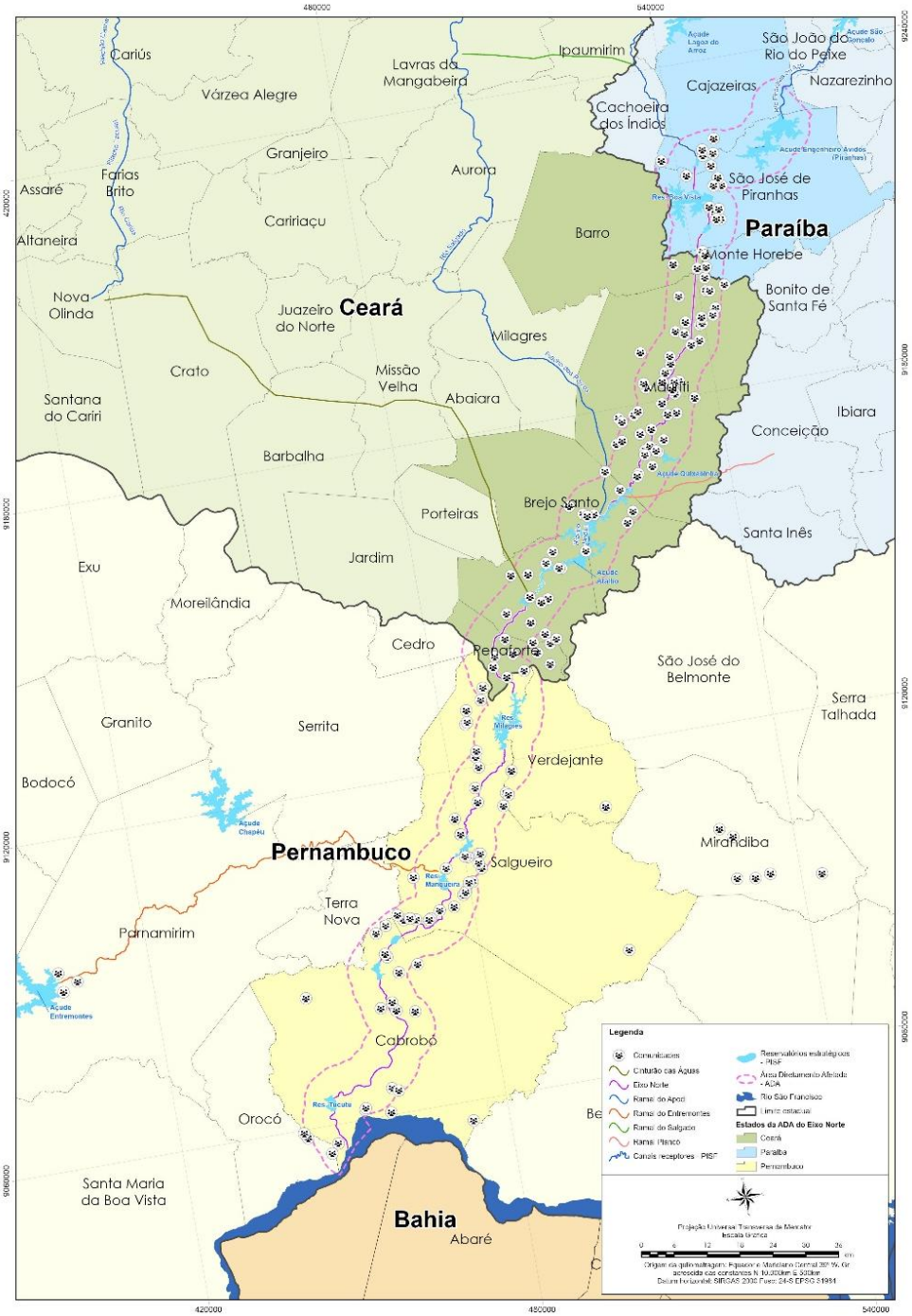
Quadro 1 - Comunidades rurais beneficiárias do abastecimento de água pelo PBA 15.

Estado	Nº de Municípios	Municípios	Nº de Comunidades
Pernambuco	05	Cabrobó, Salgueiro, Verdejante. Mirandiba e Parnamirim	70
Ceará	05	Penaforte, Jati, Brejo Santo, Mauriti e Barro.	81

Paraíba	04	São José de Piranhas, Cajazeiras Monte Horebe e Cachoeira dos Índios.	18
Total	**14**		**169**

Fonte: Da própria autora, 2025.

Figura 1 - Área Diretamente Afetada ao longo do Eixo Norte do PISF.



Fonte: Da própria autora, 2025.

O público beneficiário da implantação de sistemas de abastecimento de água no Eixo Norte do Projeto São Francisco corresponde a 169 (cento e sessenta e nove) comunidades rurais, para os quais previu-se a instalação de 77 (setenta e sete) sistemas de abastecimento de água, os quais atendem a uma ou mais comunidades.

3.2 LEVANTAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Foram utilizados dados provenientes de relatórios técnicos, registros institucionais e informações obtidas durante a pesquisa, incluindo:

- situação de implantação dos sistemas;
- situação operacional;
- tipo de fonte hídrica;
- características hidrogeológicas;
- modelo de gestão;
- população atendida;
- distância do sistema;
- barreiras operacionais identificadas.

Os dados foram organizados em banco estruturado, permitindo a construção dos indicadores e a aplicação da matriz de vulnerabilidade.

3.3 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE ANÁLISE

Foram definidos indicadores para avaliação da efetividade dos sistemas, que permitiram identificar padrões de desempenho e diferenças entre os estados analisados incluindo:

- Percentual de comunidades sistemas implantados;
- Distribuição de comunidades e situação de implantação por estado;
- População atendida por sistema por estado;
- Percentual de sistemas com fonte hídrica superficial ou subterrânea:
- Percentual de Sistemas Abastecimento de Água (SAA) e de Soluções Alternativas Coletivas (SAC);
- Percentual de comunidades com sistemas em operação;
- Identificação de barreiras percebidas à operação;
- Modelo de gestão do sistema;

Após a aferição dos indicadores, realizou-se a sistematização das informações obtidas junto aos órgãos gestores, identificando-se os entraves técnicos, e barreiras de governança. Os dados coletados foram tabulados e analisados por meio de uma ferramenta de gestão de riscos, denominada Matriz de Vulnerabilidades.

3.4 CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE VULNERABILIDADE

Como instrumento central do relatório, foi elaborada a Matriz de Vulnerabilidade, baseada na atribuição de notas a variáveis agrupadas em três dimensões: características hidrogeológicas; barreiras operacionais; e barreiras de governança.

A soma das pontuações permitiu classificar os sistemas em:

- baixa vulnerabilidade;
- média vulnerabilidade;
- alta vulnerabilidade.

A matriz foi utilizada para identificar comunidades prioritárias para intervenção e subsidiar a formulação das diretrizes institucionais.

3.5 FORMULAÇÃO DAS DIRETRIZES ESTRATÉGICAS

Com base nos resultados da análise, foram elaboradas diretrizes voltadas ao fortalecimento da segurança hídrica, organizadas em dois níveis:

- diretrizes no âmbito do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional;
- diretrizes no âmbito dos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba.

As diretrizes consideram a necessidade de monitoramento permanente, adequações técnicas conforme tipologia de vulnerabilidade, fortalecimento da gestão compartilhada e priorização de comunidades críticas.

4 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA QUANTO A SUA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO

O diagnóstico da situação de implantação dos sistemas de abastecimento de água nas comunidades rurais beneficiárias do Projeto de Integração do Rio São

Francisco (PISF) evidenciou diferenças significativas entre os estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba, indicando que a efetividade da implementação não depende apenas da disponibilidade hídrica proporcionada pelo empreendimento, mas também da capacidade institucional, do arranjo de gestão adotado e do nível de articulação entre os entes federativos.

No estado de Pernambuco, observa-se um cenário preocupante, uma vez que, apesar de possuir uma das maiores extensões da faixa de domínio do empreendimento (122,6 km) e um número expressivo de comunidades beneficiárias (70), apresenta o maior percentual de sistemas em execução (50%) e não iniciados (34%), e apenas 16% dos sistemas implantados. Esse resultado sugere dificuldades no processo de viabilização das obras, podendo estar associado a entraves administrativos, limitações orçamentárias, morosidade em processos licitatórios, dificuldades fundiárias, ou ainda fragilidades na coordenação entre governo federal, estado e municípios.

Além disso, a baixa taxa de implantação pode indicar ausência de um modelo institucional consolidado para a gestão dos sistemas rurais, o que compromete não apenas a execução das obras, mas também o planejamento da operação futura, elemento essencial para a sustentabilidade dos sistemas, conforme preconiza a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997).

Em contraste, o estado do Ceará, que possui o maior número de comunidades beneficiárias (81), apresenta 91% dos sistemas implantados, indicando maior capacidade de execução e, possivelmente, maior maturidade institucional na condução de políticas de abastecimento rural. Esse desempenho pode estar relacionado à experiência acumulada do estado com modelos de gestão compartilhada, como o SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural, amplamente reconhecido como referência nacional na operação sustentável de sistemas comunitários de abastecimento de água. A existência de uma estrutura estadual organizada, com participação das comunidades e apoio técnico permanente, tende a reduzir o risco de paralisação das obras e favorecer a continuidade das ações.

O estado da Paraíba, por sua vez, apresenta 100% dos sistemas implantados, porém esse resultado deve ser interpretado com cautela, uma vez que o estado possui o menor número de comunidades beneficiárias (18). A menor escala de intervenção pode ter contribuído para maior facilidade de execução, menor complexidade logística e melhor controle do processo de implantação. Ainda assim, o resultado demonstra que, quando há planejamento adequado e definição clara de responsabilidades institucionais, é possível alcançar a universalização da implantação no âmbito das comunidades atendidas.

Em relação à fonte hídrica, a pesquisa revelou que entre as 103 comunidades que contavam com infraestrutura de abastecimento instalada**,** 82% delas possuem como manancial as fontes subterrâneas (poços), enquanto 18% utilizam fontes superficiais (reservatórios e canais) do sistema adutor do PISF. Com base nesse valor é possível inferir que, apesar de o PISF ser uma alternativa de fonte de abastecimento de água, a segurança hídrica dessas populações permanece fortemente dependente dos aquíferos locais, sendo esta, uma condição comum em regiões semiáridas, como destaca o estudo conduzido por Ahmed; Sohail; Ekwam, (2024). Tal fato pode estar relacionado à distância das comunidades rurais, uma vez que, considerando as comunidades com sistema de abastecimento implantados, 46,6% se situavam a mais de 2 quilômetros do empreendimento, o que afeta, desta maneira, a viabilidade econômica de uma captação no canal ou em seus reservatórios.

O indicador Percentual de Comunidades com Sistemas em Operação permitiu avaliar não apenas a implantação física das infraestruturas de abastecimento de água, mas principalmente a sua efetividade funcional, ou seja, se os sistemas estão operando de forma regular e garantindo o fornecimento de água às populações rurais beneficiárias do PISF. Os resultados demonstram que, entre as 103 comunidades com sistemas implantados, existe diferença significativa entre os estados quanto à capacidade de manter os sistemas em funcionamento.

O estado do Ceará apresenta o melhor desempenho, com 100% das 74 comunidades com sistemas implantados, em operação, indicando elevado nível de eficiência na etapa pós-implantação. Esse resultado sugere a existência de um arranjo institucional consolidado para operação e manutenção dos sistemas rurais,

possivelmente associado à experiência do estado com modelos de gestão compartilhada, como o SISAR, que tem se mostrado eficaz na sustentabilidade dos serviços de abastecimento em comunidades de pequeno porte. A atuação integrada entre estado, associações comunitárias e entidades de apoio técnico tende a reduzir a descontinuidade operacional, garantindo suporte permanente aos sistemas.

No estado da Paraíba, observa-se também um desempenho satisfatório, com 89% dos sistemas em operação (16 de 18), embora ainda existam casos de paralisação. Esse resultado indica que, apesar da alta taxa de implantação, persistem desafios relacionados à operação, que podem estar associados à ausência de assistência técnica contínua, limitações financeiras para custeio, dificuldades na gestão comunitária ou indefinição institucional quanto ao responsável pela operação.

O cenário mais crítico é verificado no estado de Pernambuco, onde, das 11 comunidades com sistemas implantados, apenas 7 (64%) estão em operação, enquanto 4 (36%) encontram-se sem funcionamento. Esse resultado evidencia que, além das dificuldades já observadas na fase de implantação, o estado também enfrenta entraves na etapa de operação, o que compromete diretamente a efetividade do investimento público realizado. Sistemas implantados, mas não operacionais, representam perda de eficiência do gasto público e impedem que o empreendimento cumpra sua função social.

A pesquisa revelou que das 103 comunidades com sistemas implantados, 97 estão em operação e em relação às barreiras operacionais percebidas, que visou identificar quais obstáculos identificados para o bom funcionamento dos sistemas em operação, foi possível observar que no estado de Pernambuco, a qualidade da água foi a resposta predominante. Este fato está correlacionado com a predominante alta salinidade dos recursos hídricos locais. A salinidade elevada pode inviabilizar o consumo humano direto, exigindo sistemas de dessalinização, cujo custo operacional e manutenção técnica nem sempre são compatíveis com a capacidade institucional das comunidades rurais, sobretudo no contexto de comunidades localizadas em ambientes semiáridos, como discutido por Medina et al. (2025). As barreiras ligadas à infraestrutura, financeira, e oscilações da vazão de poços profundos também foram

mencionadas. Em Pernambuco, apenas uma comunidade apontou o bom funcionamento do sistema.

Quanto ao estado da Paraíba, a infraestrutura e a deficitária disponibilidade das fontes hídricas foram os principais problemas detectados. A ocorrência de infraestruturas deficitárias, ou subdimensionadas, a exemplo do observado por Jojozi; Mbhele; Eresia-Eke (2025), e a associação deste fator com a baixa disponibilidade hídrica, como abordado por Hanif et al. (2025), também são recorrentemente relatadas na literatura científica como fatores dificultantes ao pleno abastecimento hídrico de comunidades rurais. No estado, houve cinco comunidades que afirmaram bom funcionamento do sistema de abastecimento. No estado do Ceará, destacou-se o bom funcionamento dos sistemas, resposta apontada por 51 comunidades atendidas com abastecimento hídrico. A disponibilidade hídrica deficitária foi apontada como barreira operacional em 14 comunidades e a problemática financeira foi detectada por 09 comunidades, e esta é uma problemática recorrente em muitas comunidades rurais, como destacam, Sychareun et al. (2025), e Mateus et al. (2020).

Quanto ao modelo de gestão, observou-se que os arranjos predominantes são os compartilhados, especialmente aqueles estruturados entre Comunidade e SISAR (50), seguidos de Comunidade e Prefeitura (16). Os modelos exclusivamente comunitários (13), público municipal (15) e público via companhia estadual (03) apresentam menor representatividade. O estado cearense se destaca pela predominante adoção de modelos compartilhados de gestão hídrica, onde a comunidade divide o protagonismo com outros agentes institucionais, seja o poder público, ou SISAR, promovendo uma maior estabilidade na governança, em função da responsabilidade compartilhada entre esses atores. O panorama observado em Pernambuco e na Paraíba, evidencia um padrão institucional significativamente distinto daquele observado no Ceará, caracterizado por menor presença de arranjos regionalizados estruturados e maior dependência da autogestão local. Nesta perspectiva, Angmor et al. (2024) destacaram a importância do papel do estado como agente que busca minimizar essas carências, a partir de ações de descentralização da gestão, fornecimento de suporte técnico, subsídios e treinamentos.

5 ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO RURAL, E PROPOSIÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA SUPERAÇÃO DAS PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS

A estimativa da vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água das comunidades rurais permitiu identificar que a efetividade dos sistemas implantados não depende de um único fator, mas da interação entre condicionantes hidrogeológicos, estruturais, institucionais, financeiros e operacionais, que variam entre os estados analisados.

A análise das 103 comunidades com sistemas implantados evidenciou que as vulnerabilidades se distribuem de forma diferenciada entre Pernambuco, Paraíba e Ceará, refletindo as características ambientais do semiárido, a diversidade das fontes hídricas utilizadas e, principalmente, as diferenças nos modelos de gestão adotados.

A análise conjunta dos três estados demonstra que as vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural podem ser agrupadas em quatro grandes categorias:

- Vulnerabilidade hidrogeológica – salinidade, baixa vazão e intermitência das fontes;
- Vulnerabilidade estrutural – falhas de dimensionamento, infraestrutura insuficiente;
- Vulnerabilidade institucional – ausência de modelo de gestão consolidado;
- Vulnerabilidade financeira – dificuldade de custeio e inadimplência.

A distribuição dos scores permite comparar o grau de risco operacional entre os estados do Ceará, Pernambuco e Paraíba, evidenciando diferenças significativas quanto à estabilidade dos sistemas e à capacidade institucional de manutenção do serviço de abastecimento. Os resultados indicam que o melhor desempenho ocorre quando há combinação de:

- fonte hídrica confiável,
- infraestrutura adequada,
- modelo de gestão definido,
- participação comunitária,
- suporte técnico permanente.

Quando um ou mais desses fatores falham, aumenta a probabilidade de paralisação ou funcionamento precário dos sistemas, comprometendo o alcance da segurança hídrica, objetivo central do PISF.

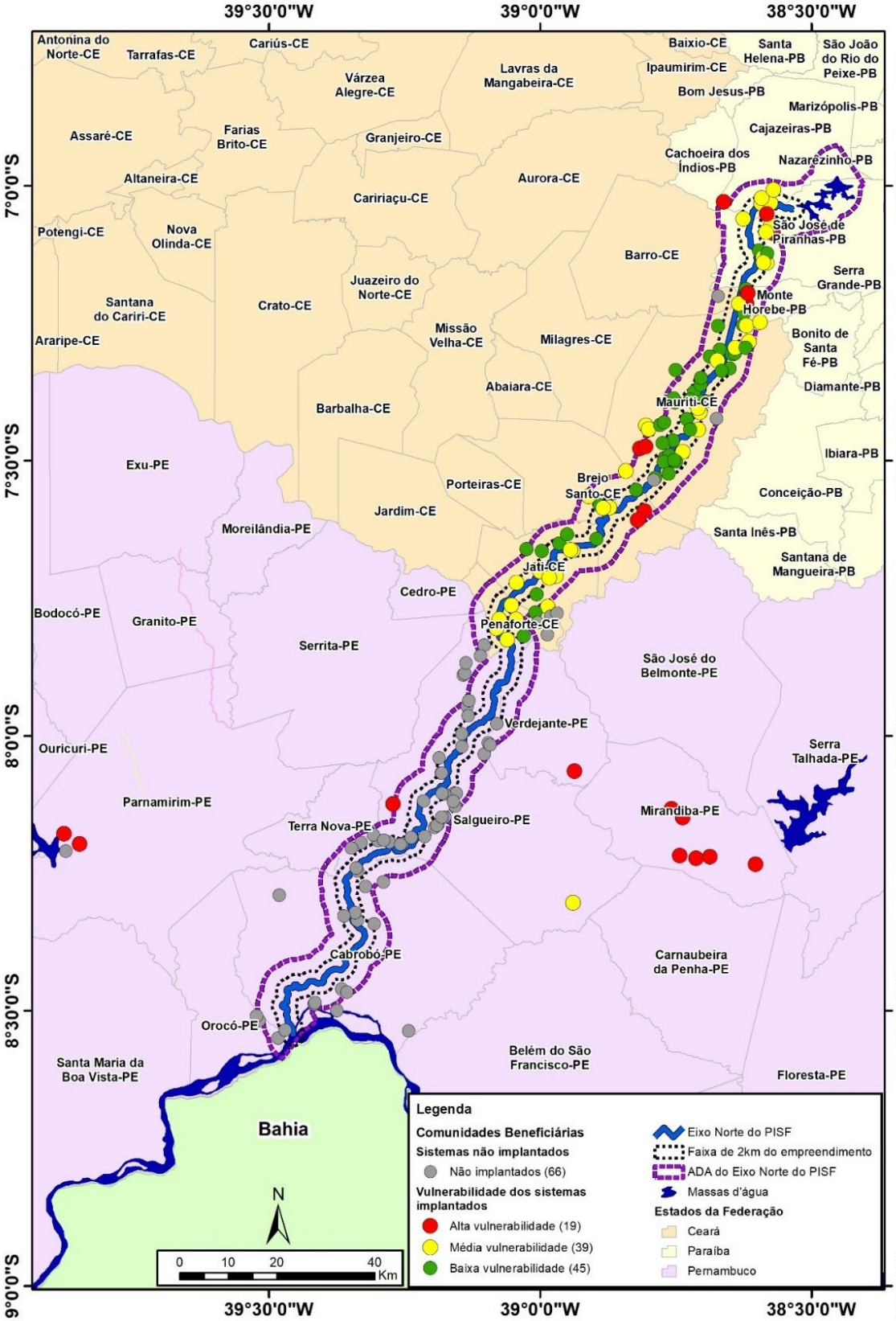
De modo geral, observa-se que o estado do Ceará apresenta o cenário mais favorável, com predominância de comunidades classificadas na faixa de baixa vulnerabilidade. Do total de 74 comunidades analisadas, 42 (56,8%) foram enquadradas na categoria de baixa vulnerabilidade, 28 (37,8%) na categoria média e apenas 4 (5,4%) na categoria de alta vulnerabilidade. Esse resultado indica que, na maioria dos casos, os sistemas implantados no estado apresentam condições relativamente estáveis de operação, com menores limitações relacionadas à infraestrutura, disponibilidade hídrica ou modelo de gestão. Esse desempenho pode estar associado à maior consolidação de arranjos institucionais de gestão compartilhada, especialmente com participação de estruturas organizadas de apoio técnico, o que contribui para maior continuidade do serviço e menor risco de paralisação.

Em contraste, o estado de Pernambuco apresenta o quadro mais crítico, com predominância quase absoluta de sistemas classificados na categoria de alta vulnerabilidade. Das 11 comunidades avaliadas, 10 (90,9%) foram classificadas como de alta vulnerabilidade, enquanto apenas uma comunidade (9,1%) foi enquadrada na categoria média, não havendo registros de sistemas com baixa vulnerabilidade. Esse resultado revela elevado grau de fragilidade operacional, indicando que os sistemas implantados no estado estão mais expostos a fatores de risco, como salinidade elevada da água, instabilidade de vazão de poços profundos, deficiências de infraestrutura e fragilidade nos modelos de gestão. A ausência de comunidades classificadas como de baixa vulnerabilidade reforça a necessidade de intervenções prioritárias, com adequações técnicas e institucionais voltadas à consolidação dos sistemas.

O estado da Paraíba apresenta situação intermediária, com distribuição mais equilibrada entre as categorias de vulnerabilidade. Entre as 18 comunidades analisadas, 3 (16,7%) foram classificadas como de baixa vulnerabilidade, 10 (55,6%) como de média vulnerabilidade e 5 (27,8%) como de alta vulnerabilidade. Esse

resultado indica que, embora parte dos sistemas apresente condições satisfatórias, ainda há parcela significativa com limitações estruturais ou operacionais que podem comprometer a continuidade do abastecimento. A predominância da categoria média sugere que muitos sistemas possuem funcionamento parcial, dependendo de intervenções técnicas ou institucionais para alcançar maior estabilidade. A **Figura 23**, a seguir, apresenta a espacialização dos *scores* de vulnerabilidade de cada comunidade.

Figura 2. Classificação de vulnerabilidade das comunidades atendidas pelo Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Águas ao Longo dos Canais, do Eixo Norte do PISF.



Fonte: Da própria autora, 2026.

A comparação entre os estados evidencia que a vulnerabilidade dos sistemas não está relacionada apenas à implantação da infraestrutura, mas resulta da interação entre fatores hidrogeológicos, condições técnicas dos sistemas, disponibilidade hídrica e modelo de gestão adotado. Estados com maior presença de gestão compartilhada e suporte institucional tendem a apresentar menor vulnerabilidade, enquanto contextos com predominância de gestão comunitária isolada e dependência de fontes hídricas de baixa confiabilidade apresentam maior risco operacional. Esses achados corroboram com (Silva, 2024), que aponta que a gestão comunitária, embora importante para a participação social e o controle local, necessita de suporte técnico e institucional permanente para alcançar sustentabilidade no longo prazo.

6 ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS PARA SUPERAÇÃO DAS VULNERABILIDADES DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO RURAL

Com base na Matriz de Vulnerabilidade, as estratégias para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco devem ser organizadas em dois níveis complementares: o nível nacional, sob coordenação do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), e o nível estadual, sob responsabilidade de Pernambuco, Ceará e Paraíba, com atuação articulada com municípios, comunidades, companhias estaduais e arranjos cooperativos de gestão.

Neste contexto, foram propostas diretrizes institucionais diferenciadas para o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e para os estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará, considerando as especificidades hidroambientais, estruturais e de governança observadas em cada território, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Estratégias institucionais para superação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento rural no entorno do Eixo Norte do PISF.

Âmbito	Vulnerabilidade	Estratégia do MIDR	Estratégia estadual	Prioridade	Resultado esperado
Federal / Estados	Sistemas implantados sem operação regular	Monitoramento da consolidação operacional pós-implantação	Execução das ações corretivas das vulnerabilidades identificadas	Alta	Funcionamento efetivo e contínuo dos sistemas

Âmbito	Vulnerabilidade	Estratégia do MIDR	Estratégia estadual	Priorida-de	Resultado esperado
Federal / Estados	Necessidade de adequações técnicas específicas	Definição de diretrizes técnicas, prioridades e disponibilizaçã o de recursos	Execução das adequações conforme tipologia de vulnerabilidade	Alta	Sistemas ajustados às condições locais
Federal / Estados	Salinidade, escassez hídrica, infraestrutura incompleta	Monitoramento da aplicação de recursos e da efetividade das intervenções	Dessalinização, reforço de captação, interligações, reservação, automação e manutenção	Alta	Sustentabilidad e operacional
Federal / Estados	Fragilidade institucional na gestão	Indução e monitoramento de modelos de gestão compartilhada	Implementação de gestão compartilhada	Alta	Maior estabilidade operacional
Federal / Estados	Falta de informações consolidadas	Sistema de monitoramento	Alimentação periódica de dados operacionais	Média-alta	Planejamento baseado em evidências
Federal / Estados	Ausência de modelo de gestão definido	Condicionar novos investimentos à formalização da gestão	Formalização de responsabilidade s entre estado, município e comunidade	Alta	Melhor operação dos sistemas
Federal / Estados	Baixa capacidade técnica local	Diretrizes para capacitação e apoio técnico-operacional	Formação de operadores e apoio regional	Média-alta	Melhor operação dos sistemas
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Priorida-de**	**Resultado esperado**
PE	Alta salinidade da água	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Implementar medidas de enfrentamento à salinidade	Alta	Garantia de potabilidade
PE	Oscilação de vazão de poços	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Diversificação de fontes e reservação estratégica	Alta	Continuidade do abastecimento
PE	Infraestrutura deficiente	Recursos para requalificação dos sistemas	Revisão técnica e reforço estrutural	Alta	Sistemas mais confiáveis
PE	Gestão comunitária isolada	Indução de gestão compartilhada	Transição para modelos cooperativos	Alta	Estabilidade operacional
PE	Falta de recursos para manutenção	-	Mecanismo para custeio emergencial	Média-alta	Redução de paralisações
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Priorida-de**	**Resultado esperado**

Âmbito	Vulnerabilidade	Estratégia do MIDR	Estratégia estadual	Priorida-de	Resultado esperado
PB	Infraestrutura insuficiente	Recursos para requalificação dos sistemas	Revisão estrutural dos sistemas	Alta	Melhor desempenho
PB	Baixa disponibilidade hídrica	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Diversificação de fontes e reservação estratégica	Alta	Redução da intermitência
PB	Subdimensionamento	Recursos para requalificação dos sistemas	Ampliação de reservação e bombeamento	Alta	Estabilidade operacional
PB	Gestão comunitária frágil	Indução de gestão compartilhada	Transição para modelos cooperativos	Alta	Melhor governança
PB	Falta de suporte técnico	Induzir ações de apoio técnico-operacional	Formação de operadores e apoio regional	Média-alta	Melhoria da operação
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Priorida-de**	**Resultado esperado**
CE	Baixa disponibilidade hídrica	Recursos para adequação tecnológica dos sistemas	Ampliação de reservação e interligações	Média-alta	Segurança hídrica
CE	Fragilidade financeira	-	Subsídio operacional calibrado	Média	Sustentabilidade
Âmbito	**Vulnerabilidade**	**Estratégia do MIDR**	**Estratégia estadual**	**Priorida-de**	**Resultado esperado**
Geral	Falta de definição da gestão	Condicionar investimentos à formalização do modelo de gestão e operação	Definir operador responsável	Alta	Sistemas operacionais
Geral	Falta de assistência técnica	Condicionar investimentos à formalização do modelo de gestão e operação	Apoio técnico permanente	Média-alta	Menos falhas
Geral	Problemas de qualidade da água	Integração com políticas nacionais	Integração com saúde e saneamento	Média	Água segura
Geral	Sistemas críticos	Priorizar pela vulnerabilidade das comunidades	Intervenção nas comunidades de maior risco	Alta	Segurança hídrica

Fonte: Da própria autora, 2026.

7 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu analisar a efetividade da implantação, operação e gestão dos sistemas de abastecimento de água destinados às comunidades rurais situadas no entorno do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco, evidenciando que a garantia da segurança hídrica dessas populações não depende exclusivamente da disponibilidade de água proporcionada pelo empreendimento, mas da consolidação operacional, da adequação técnica e da sustentabilidade institucional dos sistemas implantados. A análise demonstrou que, embora tenham sido realizados avanços significativos na implantação das infraestruturas, persistem vulnerabilidades relevantes que comprometem a continuidade do serviço e reduzem o alcance social do investimento público realizado.

Os resultados evidenciaram diferenças expressivas entre os estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba quanto ao grau de implantação, operação e estabilidade dos sistemas. O estado do Ceará apresentou o melhor desempenho, com elevada taxa de implantação e funcionamento dos sistemas, associado à predominância de modelos de gestão compartilhada e à existência de estrutura institucional de apoio técnico-operacional, o que contribui para maior continuidade do serviço. A Paraíba apresentou situação intermediária, com boa taxa de implantação, porém ainda com limitações estruturais e de disponibilidade hídrica que impactam a operação. Já o estado de Pernambuco apresentou o cenário mais crítico, caracterizado por baixo percentual de implantação, maior ocorrência de sistemas inoperantes e predominância de alta vulnerabilidade, associada principalmente à salinidade das fontes, à instabilidade de vazão, à deficiência de infraestrutura e à fragilidade dos modelos de gestão.

A aplicação da Matriz de Vulnerabilidade demonstrou que o desempenho dos sistemas é determinado pela interação entre fatores hidrogeológicos, estruturais, institucionais e financeiros. Sistemas localizados em áreas com fontes hídricas de baixa confiabilidade, infraestrutura insuficiente e ausência de arranjos institucionais estruturados apresentam maior probabilidade de paralisação ou funcionamento precário. Por outro lado, verificou-se que os melhores resultados ocorrem quando há combinação de fonte hídrica adequada, dimensionamento compatível, modelo de

gestão definido, participação comunitária organizada e suporte técnico permanente, confirmando que a sustentabilidade do abastecimento rural depende de abordagem integrada e contínua.

A análise dos modelos de gestão evidenciou que a gestão comunitária isolada está associada aos maiores níveis de vulnerabilidade, enquanto os arranjos compartilhados, especialmente aqueles que envolvem comunidade, poder público e estruturas organizadas de apoio técnico, apresentam maior estabilidade operacional. O desempenho observado no estado do Ceará, com ampla utilização de modelos cooperativos, reforça a importância da governança compartilhada como elemento central para a sustentabilidade dos sistemas rurais, indicando que a consolidação institucional deve acompanhar a implantação física das obras.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a política pública de abastecimento rural vinculada ao Projeto de Integração do Rio São Francisco necessita avançar da fase de implantação para a fase de consolidação operacional, com atuação coordenada entre o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, os estados e os municípios. Nesse sentido, a estimativa da vulnerabilidade mostrou-se instrumento que pode contribuir para identificação de comunidades prioritárias, permitindo orientar a alocação de recursos, definir intervenções técnicas específicas e estruturar estratégias diferenciadas conforme o grau de risco operacional dos sistemas.

Com base no diagnóstico realizado, foram propostas diretrizes institucionais voltadas ao monitoramento permanente da operação, à disponibilização de recursos para adequações técnicas, à indução de modelos de gestão compartilhada, à criação de sistemas de informação e ao fortalecimento da cooperação interfederativa. Tais diretrizes indicam que a sustentabilidade dos sistemas depende de atuação estruturante da União, associada à execução descentralizada pelos estados, respeitando as especificidades hidroambientais e institucionais de cada território.

Conclui-se, portanto, que o fortalecimento da segurança hídrica das comunidades rurais no entorno do Eixo Norte do PISF exige a integração entre infraestrutura, gestão, financiamento e monitoramento contínuo, de modo a assegurar que os sistemas implantados permaneçam em funcionamento regular e garantam

água potável em quantidade e qualidade adequadas. A adoção de estratégias baseadas na análise de vulnerabilidade, aliada ao fortalecimento dos modelos de governança compartilhada, constitui caminho fundamental para que o empreendimento cumpra sua função social e contribua efetivamente para a melhoria das condições de vida das populações beneficiárias.

Por fim, ressalta-se que a presente pesquisa não esgota a complexidade do tema, sendo recomendável a realização de estudos complementares que aprofundem o conhecimento sobre a operação dos sistemas, o tratamento da água, as condições socioeconômicas das comunidades e os impactos do abastecimento na qualidade de vida da população rural, de modo a subsidiar o aprimoramento contínuo das políticas públicas de segurança hídrica no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

AHMED, N., SOHAIL, M., EKWAM, J.; Investigating Alternative Water Supply in Settlements: Cases from Turkana County in Kenya and Orangi in Karachi, Pakistan. **Sustainability (Switzerland),** v. 16, n. 19, 1 out. 2024.

ANGMOR, E., FRIMPONG, L. K., MENSAH, S.L., OKYERE, S. A; Exploring the institutional barriers to rural water management in Ghana. **Water Policy**, v. 26, n. 9, p. 921–940, 1 set. 2024.

BADDIANAAH, I., DONGZAGLA, A., SALIFU, S. N.; Navigating access to safe water by rural households in sub-Saharan Africa: Insights from north-western Ghana**. Sustainable Environment**, v. 10, n. 1, 2024.

BOLATOVA, Z., SHARAPATOVA, R., KABIYEV, Y., BERNDTSSON, R., TUSSUPOVA, K.; Towards Sustainable Solutions: Assessing Rural Access to Safe Drinking Water and Sanitation in Atyrau, Kazakhstan. **Water (Switzerland)**, v. 17, n. 664, p. 1–15, 2025.

CHOUGAR, R., BAALI, F., HADJI, R. GHRIEB, L., HAMAD, A., HAMED, Y.; Assessing groundwater quality in semi-arid conditions: A geographic information systems-integrated approach using water quality index. **Bulletin of the Mineral Research and Exploration**, v. 174, p. 129–143, 1 ago. 2024.

HANIF, A., MIRZAHI, S., ZAKIRI, J. A., LOODIN, N., NADEEM, G. F., RAHMANI, S. A. B.; Maneuvers of Informal Settlement Communities in Access to Drinking Water: Insights from Herat City, Afghanistan. **ACS ES&T Water**, v. 5, n. 1, p. 81–90, 10 jan. 2025.

JOJOZI, F. N., MBHELE, T. P., ERESIA-EKE, C.; Water management optimization challenges: a supply-side perspective. **Sustainable Water Resources Management**, v. 11, n. 5, 1 out. 2025.

MACHADO, A. V. M., OLIVEIRA, P. A. D., MATOS, P. G., SANTOS, A. S. P.; Strategies for Achieving Sustainability of Water Supply Systems in Rural Environments with Community Management in Brazil**. Water (Switzerland)**, v. 15, n. 12, p. 1–12, 2023.

MATEUS, C., VALENCIA, M., DIFRANCESCO, K., OCHOA-HERRERA, V., GARTNER, T., QUIROGA, D.; Governance mechanisms and barriers for achieving water quality improvements in Galapagos. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 21, p. 1–24, 1 nov. 2020.

MEDINA, N., RAD, M. R., NOZARI, S., SUTER, J. F., BAILEY, R. T., SAHOO, D.; Water Scarcity Compounds the Negative Effects of Salinity on Irrigated Agriculture. **Water Resources Research**, v. 61, n. 11, 1 nov. 2025.

SILVA, L. A. P., SILVA, C. R., SOUZA, C. M. P., BOLFE, E. L., SOUZA, J. P. S., LEITE, M. E.; Mapeamento da aridez e suas conexões com classes do clima e desertificação climática em cenários futuros – Semiárido Brasileiro. **Sociedade & Natureza**, v. 35, n. 1, 19 jun. 2023.

SILVA, J.; Rural water access and supply in Mexico and Brazil, el acceso y el suministro de agua rural en México y Brasil. **Tecnologia y Ciencias del Agua**, v. 15, n. 3, p. 349–390, 2024.

SYCHAREUN, V., THONGMIXAY, S., VONGXAY, V., SOMPHET, V., PHOMMAVONG, C., PHOMMAVONGSA, P, PHANTHAMALA, S., KHONGSAB, S., DETCHANTHACHACK, K., THONGMALA, V., DURHAM, J.; Facilitators/barriers to the implementation of public policies and strategies towards water security, Lao PDR. **Water Policy**, v. 27, n. 3, p. 261–274, 1 mar. 2025.

APÊNDICE C - Requerimento de dados para pesquisa do mestrado junto ao MIDR.

Ofício nº 01/2024

Cajazeiras - PB, 02 de setembro de 2024.

À Senhora
ELIANEIVA DE QUEIROZ VIANA ODÍSIO
Coordenadora-Geral dos Programas Ambientais - CGPA
Departamento de Projetos Estratégicos – DPE
Secretaria Nacional de Segurança Hídrica - SNSH
Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional – MIDR

Assunto: **Requerimento de Dados para Pesquisa – Mestrado ProfÁgua**

Senhora Coordenadora,

Eu, **Mariana Veríssimo Pacheco**, RG: [redacted], CPF: [redacted], aluna do curso de **Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua**, da Instituição de Ensino Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Matrícula nº [redacted], turma de 01/2023, responsável pela pesquisa intitulada **" ÁGUAS DA INTEGRAÇÃO NACIONAL: Uma análise sobre o abastecimento de água para as comunidades rurais do entorno do Eixo Norte do Projeto São Francisco**, solicito a disponibilização de dados e informações relativas à implementação do **Programa de Apoio Técnico para Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água ao Longo dos Canais, item 15 do Projeto Básico Ambiental do Projeto de Integração do Rio São Francisco**, o qual tem por objetivo implantar sistemas de abastecimento de água em comunidades situadas na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento .

Com vistas a possibilitar a análise do abstecimento de água das **comunidades rurais situadas na Área Diretamente Afetada do Eixo Norte do Projeto São Francisco** solicito a disponibilização das seguintes informações:

- Relação das comunidades rurais e quantitativo beneficiários previstos e atendidos por meio da implantação de sistemas de abastecimento de água ao longo da Área Diretamente Afetada do Eixo Norte do PISF;
- Modalidades dos sistemas implantados, captação, armazenamento, distribuição e tratamento da água, bem como os dados relativos à gestão e operação dos sistemas de abastecimento;

- Base cartográfica em arquivos *shapefile* contendo a localização das infraestruturas de captação, reservação e distribuição que compoem os sistemas de abasetcimento de água, bem como a localização das comunidades beneficiárias.

Comprometo-me durante o processo de pesquisa a utilizar os materiais e informações obtidos deste Ministério apenas para fins desta pesquisa e quando necessário divulgá-los no decorrer dos trabalhos.

Contatos:

Celular: [redacted]

E-mail: [redacted]

Cajazeiras - PB, 02 de setembro de 2024 .

Atenciosamente,

gov.br
Documento assinado digitalmente
MARIANA VERISSIMO PACHECO
Data: 02/09/2024 15:47:38-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Mariana Veríssimo Pacheco
Estudante Pós-Graduação - UFCG
Matrícula: [redacted]