



I-505 – ANÁLISE DE INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS DO AGRESTE PARAIBANO

Milena Daleth do Amaral Vieira Ribeiro⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG.

Andréa Carla Lima Rodrigues⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela UFPB. Doutora em Recursos Naturais pela UFCG. Professora Adjunta da UFCG.

Roberta Lima de Lucena⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG. Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Dayse Luna Barbosa⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestra em Recursos Hídricos pela UFPB. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Associada da UFCG.

Camila Karla Medeiros Silva⁽²⁾

Engenheira Civil pela UNIFACISA. Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429-900 - Brasil - Tel: (83) 98746-1526 - e-mail: milenadaleth@gmail.com

RESUMO

Os indicadores de desempenho são importantes instrumentos para avaliação de sistemas de abastecimento de água, especialmente em regiões críticas como o Agreste Paraibano, com chuvas irregulares e longos períodos de estiagem. Este estudo objetiva avaliar indicadores operacionais, de qualidade, infraestruturais e financeiros que representem o serviço de abastecimento de água de 12 municípios do agreste paraibano e identificar deficiências nos sistemas de abastecimento dos municípios. Os indicadores analisados foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e incluem hidrometração, macromedição, perdas na distribuição, consumo per capita de água, consumo de energia elétrica, incidência de cloro residual, turbidez e coliformes fora do padrão, extensão da rede de água, atendimento urbano de água, tarifa média de água e produtividade dos empregados. Os resultados, apresentados em tabelas e mapas, revelam variações significativas entre os municípios, destacando tanto boas práticas quanto áreas que necessitam de melhorias. A análise permitiu identificar padrões, melhorias e retrocessos no desempenho dos serviços de abastecimento. A metodologia aplicada forneceu uma visão clara dos desafios enfrentados, essencial para orientar decisões de gestão e planejamento urbano. Nos indicadores operacionais, foi observado que a hidrometração e macromedição são insatisfatórias, além disso, os municípios apresentam elevadas perdas na distribuição. Quanto a infraestrutura, a extensão da rede de água por ligação é desfavorável na maior parte dos municípios. Concluiu-se que os indicadores de desempenho são ferramentas cruciais para a avaliação dos sistemas de abastecimento de água, fornecendo informações detalhadas que auxiliam na definição de prioridades e na implementação de ações corretivas. A pesquisa, embora exploratória e focada na zona urbana, ressalta a necessidade de integrar sistemas alternativos de abastecimento, especialmente na zona rural, para uma avaliação mais completa.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico, Indicadores de Desempenho, Abastecimento de água, Agreste paraibano, SNIS



INTRODUÇÃO

A água é crucial para a vida e ecossistemas no planeta. No entanto, segundo a Organização Mundial da Saúde e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (2019), cerca de 30% da população mundial enfrenta falta de acesso à água. O crescimento populacional e desenvolvimento econômico aumentam a demanda por água, levando à deterioração da qualidade devido à poluição. Especialistas apontam que a escassez resulta principalmente do mau gerenciamento dos recursos hídricos, exigindo novos direitos e ações.

O manejo adequado da água tornou-se central no planejamento urbano, nacional e internacionalmente. Sobrinho e Borja (2016) destacam problemas nos sistemas de abastecimento de água no Brasil, como altas perdas e baixa eficiência energética.

Indicadores de desempenho são ferramentas que auxiliam no enfrentamento desses problemas. Desse modo, é oportuno avaliar sistemas de abastecimento de água com indicadores em regiões críticas como o Agreste Paraibano, com chuvas irregulares e longos períodos de estiagem. Este estudo objetiva estudar indicadores operacionais, de qualidade, infraestruturais e financeiros que representem o serviço de abastecimento de água de 12 municípios do agreste paraibano e identificar deficiências nos sistemas de abastecimento dos municípios que possam auxiliar o processo de gestão e a construção de políticas públicas mais adequadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O Agreste Paraibano, localizado entre as mesorregiões Borborema e Mata Paraibana, abrange 66 municípios, predominantemente pequenos, distribuídos em oito microrregiões. Caracterizado por solos profundos, relevo variável e vegetação caducifólia, enfrenta um clima semiárido com baixa e irregular pluviometria, sujeito a secas frequentes.

A mesorregião tem rios temporários devido à irregularidade das chuvas, agravada pelo aumento na frequência e intensidade das secas (MARENGO, 2007). A pesquisa tem como foco principal, municípios de pequeno porte (até 50.000 hab) do Agreste, abrangendo aqueles trabalhados no Termo de Execução Descentralizada 03/2019 firmado entre FUNASA e UFCG para elaboração de Planos de Saneamento Básico. Os municípios selecionados são Areia, Bananeiras, Boa Vista, Caiçara, Casserengue, Esperança, Natuba, Pocinhos, Remígio, Riachão, Sertãozinho e Solânea, todos enfrentando desafios relacionados à escassez de água.

Banco de dados e seleção dos indicadores

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) gerido pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional, é o principal repositório de informações de saneamento básico no Brasil. Utiliza um banco de dados federal para armazenar informações institucionais, administrativas, operacionais, gerenciais, financeiras e de qualidade sobre serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2005). Os dados de água e esgotos são atualizados anualmente desde 1995, objetivando o planejamento de políticas públicas, orientação de recursos, avaliação do setor, desempenho dos serviços, gestão aprimorada, regulação, fiscalização e controle social. A consolidação do SNIS permite a utilização de seus indicadores como referência para comparação e medição de desempenho.

Os indicadores adotados no estudo foram selecionados com base nas orientações do SNIS, na fundamentação teórica e em pesquisas anteriores como a de Medeiros (2017) que propôs o desenvolvimento de um índice de desempenho do serviço de abastecimento de água na cidade de Campina Grande/Paraíba, e Dari (2015) que explorou o uso de indicadores de desempenho com o intuito de avaliar o serviço de abastecimento de água na cidade de Campina Grande a partir do desenvolvimento de um índice de qualidade.

Para esta seleção considerou-se também a relevância para a realidade dos municípios e a disponibilidade de informações no banco de dados. A escolha resultou nos seguintes indicadores (Quadro 1), agrupados em categorias:

Quadro 1: Indicadores selecionados por categoria.

CATEGORIA	INDICADOR	EXPRESSÃO
OPERACIONAIS	Hidrometração	OP1
	Macromedição	OP2
	Perdas na distribuição	OP3
	Consumo médio per capita de água	OP4
	Consumo de energia elétrica	OP5
QUALIDADE	Cloro residual fora do padrão	IQ1
	Turbidez fora do padrão	IQ2
	Coliformes totais fora do padrão	IQ3
INFRAESTRUTURAIS	Extensão da rede de água por ligação	II1
	Indicador de atendimento urbano de água	II2
FINANCEIROS	Tarifa média de água	IF1
	Produtividade – empregados próprios por 1000 ligações de água	IF2

Análise dos dados

Foi realizada uma análise descritiva com o objetivo de compreender a situação de cada município, utilizando comparações com valores de referência. Os resultados foram representados em mapas, possibilitando uma visualização clara das diferenças entre os municípios. Além disso, foram feitas comparações detalhadas entre eles e uma análise das tendências ao longo do tempo. Essas abordagens permitiram identificar padrões, melhorias ou retrocessos no desempenho dos serviços prestados, proporcionando uma visão abrangente e detalhada do cenário analisado.

RESULTADOS

Tabulação dos dados

A Tabela 1 apresenta os valores do SNIS para cada indicador avaliado considerando o ano de referência 2019.

Tabela 1: Resultados dos indicadores.

INDICADORES OPERACIONAIS					
MUNICÍPIO	VALOR OBTIDO				
	OP ₁	OP ₂	OP ₃	OP ₄	OP ₅
AREIA	90,89%	0%	35,69%	122,9 l/hab.dia	1,39 kWh/m ³
BANANEIRAS	83,46%	0%	41,92%	79,8 l/hab.dia	2,82 kWh/m ³
BOA VISTA	97,99%	0%	28,55%	94,3 l/hab.dia	0,63 kWh/m ³
CAIÇARA	90,43%	100%	30,57%	75,1 l/hab.dia	0,04 kWh/m ³
CASSERENGUE	74,93%	0%	48,93%	51,0 l/hab.dia	0,18 kWh/m ³
ESPERANÇA	85,25%	0%	5,51%	82,1 l/hab.dia	0,69 kWh/m ³
NATUBA	98,63%	0%	31,82%	101 l/hab.dia	3,35 kWh/m ³
POCINHOS	99,26%	0%	10,62%	76,3 l/hab.dia	2,37 kWh/m ³
REMÍGIO	78,18%	0%	8,21%	57,4 l/hab.dia	0,34 kWh/m ³
RIACHÃO	82,59%	0%	4,51%	56,5 l/hab.dia	2,72 kWh/m ³
SERTÃOZINHO	86,37%	100%	32,2%	83,3 l/hab.dia	0,89 kWh/m ³
SOLÂNEA	84,19%	0%	16,66%	78,0 l/hab.dia	1,78 kWh/m ³



INDICADORES DE QUALIDADE			
MUNICÍPIO	VALOR OBTIDO		
	IQ₁	IQ₂	IQ₃
AREIA	3,21%	0,36%	12,50%
BANANEIRAS	56,86%	1,3%	13,91%
BOA VISTA	18,31%	0%	2,82%
CAIÇARA	3,41%	0%	2,9%
CASSERENGUE	79,4%	60%	4,29%
ESPERANÇA	2,7%	3,45%	1,48%
NATUBA	26,92%	2,88%	7,69%
POCINHOS	22,09%	1,61%	11,65%
REMÍGIO	0%	20%	0%
RIACHÃO	82,65%	0%	0%
SERTÃOZINHO	53,8%	5,93%	13,28%
SOLÂNEA	95,73%	0%	2,45%
INDICADORES INFRAESTRUTURAIIS			
MUNICÍPIO	VALOR OBTIDO		
	II₁	II₂	
AREIA	10,00 m/ligação	94,60%	
BANANEIRAS	7,40 m/ligação	53,50%	
BOA VISTA	10,00 m/ligação	100,00%	
CAIÇARA	5,00 m/ligação	100,00%	
CASSERENGUE	3,90 m/ligação	67,00%	
ESPERANÇA	4,00 m/ligação	72,30%	
NATUBA	5,40 m/ligação	100,00%	
POCINHOS	3,30 m/ligação	100,00%	
REMÍGIO	3,40 m/ligação	100,00%	
RIACHÃO	7,40 m/ligação	84,50%	
SERTÃOZINHO	3,70 m/ligação	100,00%	
SOLÂNEA	4,60 m/ligação	94,70%	
INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS			
MUNICÍPIO	VALOR OBTIDO		
	IF₁	IF₂	
AREIA	5,34 R\$/m ³	4,51 empreg/mil lig	
BANANEIRAS	4,23 R\$/m ³	5,87 empreg/mil lig	
BOA VISTA	4,84 R\$/m ³	5,88 empreg/mil lig	
CAIÇARA	3,92 R\$/m ³	1,20 empreg/mil lig	
CASSERENGUE	4,00 R\$/m ³	1,38 empreg/mil lig	
ESPERANÇA	2,27 R\$/m ³	2,64 empreg/mil lig	
NATUBA	4,28 R\$/m ³	2,74 empreg/mil lig	
POCINHOS	4,03 R\$/m ³	1,96 empreg/mil lig	
REMÍGIO	4,44 R\$/m ³	3,68 empreg/mil lig	
RIACHÃO	8,44 R\$/m ³	3,32 empreg/mil lig	
SERTÃOZINHO	3,96 R\$/m ³	1,73 empreg/mil lig	
SOLÂNEA	4,08 R\$/m ³	2,99 empreg/mil lig	

A literatura apresenta limites inferiores e superiores divulgados por órgãos oficiais, que são utilizados como metas propostas para os serviços de abastecimento no Brasil. Esses limites, dispostos na Tabela 2, foram utilizados no processo de normalização dos dados desse estudo.

Tabela 2: Limites superior e inferior dos indicadores em estudo.

INDICADORES	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	FONTE
INDICADORES OPERACIONAIS			
Indicador de hidrometração	100%	57,32%	SNIS (2019)
Indicador de macromedição	100%	0%	-
Indicador de perdas na distribuição	7,49%	70,87%	SNIS (2019)
Indicador de consumo médio per capita de água	200 l/hab.dia	50l/hab.dia	ONU (2013)
Indicador de consumo de energia elétrica	0,0 kWh/m ³	2,25 kWh/m ³	SNIS (2019)
INDICADORES DE QUALIDADE			
Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	0%	100%	Portaria n° 888/2021 do MS
Incidência das análises de turbidez fora do padrão	0%	100%	Portaria n° 888/2021 do MS
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	0%	100%	Portaria n° 888/2021 do MS
INDICADORES INFRAESTRUTURAIIS			
Extensão da rede de água por ligação	13,1 m/lig	3,0 m/lig	SNIS (2019)
Indicador de atendimento urbano de água	100%	60,5%	SNIS (2019)
INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS			
Tarifa média de água	4,58 R\$/m ³	3,64 R\$/m ³	SNIS (2019)
Indicador de produtividade – empregados próprios por 1000 ligações de água	10,06 empreg/mil lig.	0,05 empreg/mil lig.	SNIS (2019)

Tabela 3: Médias estadual, regional e nacional para os indicadores.

INDICADOR	PARAÍBA	NORDESTE	BRASIL
OP1	81,75%	88,5%	92,2%
OP2	33,11%	67,2%	81,8%
OP3	39,32%	45,7%	39,2%
OP4	113,4 l/hab.dia	120,6 l/hab.dia	153,9 l/hab.dia
OP5	1,01 kWh/m ³	1,18 kWh/m ³	0,94 kWh/m ³
IQ1	17,45%	7,16%	4,26%
IQ2	6,37%	10,01%	5,79%
IQ3	6,88%	6,45%	3,96%
II1	7,38 m/lig	9,0 m/lig	11,5 m/lig
II2	84,32%	86,75%	92,02%
IF1	4,13 R\$/m ³	4,28 R\$/m ³	4,31 R\$/m ³
IF2	5,2 empreg/mil lig	2,51 empreg/mil lig	3,29 empreg/mil lig

Fonte: SNIS (2019).



Análise dos resultados

A partir da análise da Tabela 1 e Figura 1, que apresentam os indicadores operacionais, no que diz respeito à hidrometração (OP1), somente cinco municípios – Areia, Boa Vista, Caiçara, Natuba e Pocinhos – conseguem manter um controle eficiente das micromedições, ficando acima da média nordestina de 88,5% (SNIS, 2019). Contudo, ao considerar a média estadual de 81,75%, apenas Casserengue e Remígio apresentam resultados inferiores a essa média. A macromedição (OP2) mostra resultados globalmente insatisfatórios, com dez municípios atingindo o valor mínimo. Apenas Caiçara e Sertãozinho alcançam bom desempenho. Esse indicador, essencial para a confiabilidade no levantamento dos volumes produzidos, destaca a necessidade de melhorias nesse aspecto.

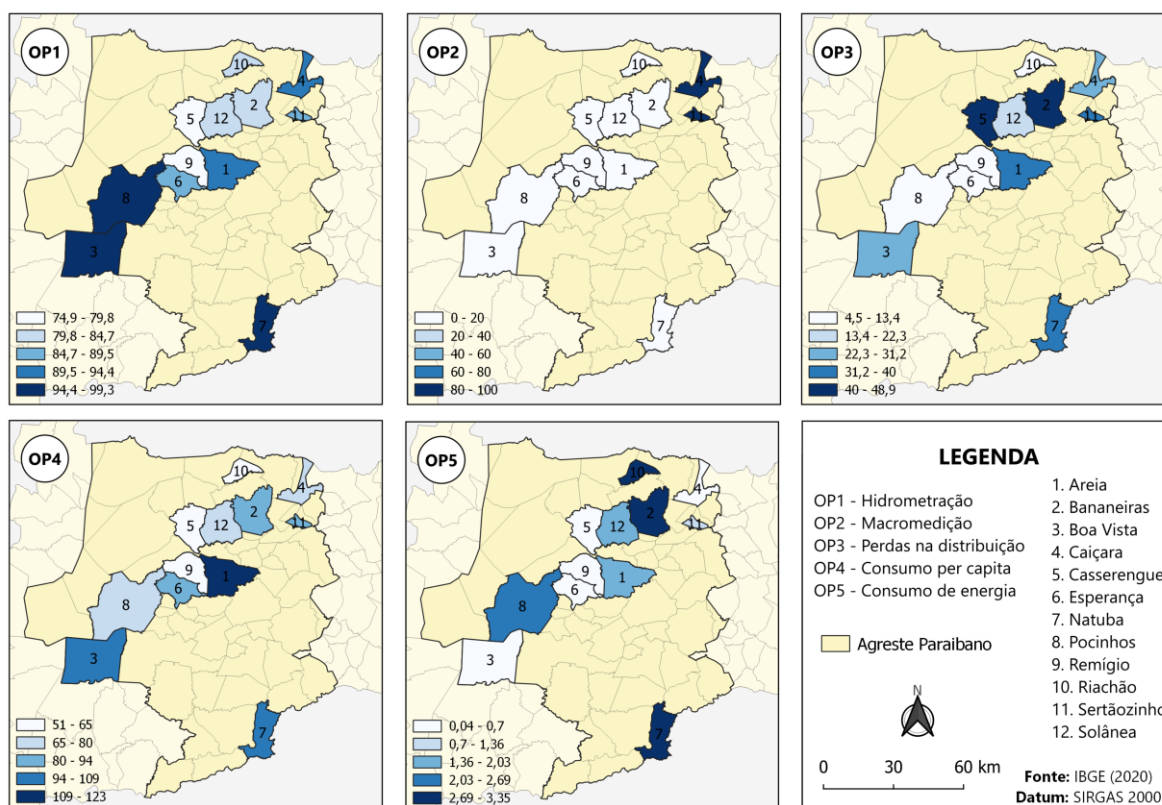


Figura 1: Indicadores Operacionais.

No que tange às perdas na distribuição (OP3), Casserengue se destaca negativamente, apresentando resultado superior à média nordestina de 45,7%. Esperança, Pocinhos e Remígio obtêm resultados muito bons, apresentando valores inferiores a 15%, considerado padrão de excelência pelo Instituto Trata Brasil (2020). Resultados semelhantes são observados em países que possuem sistemas mais eficientes de controle de perdas como a Austrália, que possui um percentual de 10,25% (IBNET, 2021). Diante de cenários de escassez hídrica e altos custos de energia, a mensuração das perdas torna-se crucial, refletindo diretamente na saúde financeira dos prestadores de serviços (SNIS, 2019).

Em relação ao consumo médio per capita de água (OP4), destaca-se que apenas Areia e Natuba ultrapassam o limite "ótimo" estabelecido pela ONU de 100 l/hab.dia. Os demais municípios encontram-se dentro do intervalo preferível de 50 a 100 l/hab.dia. O uso racional da água, além de promover a sustentabilidade hídrica, gera impactos ambientais menores e contribui para a durabilidade das infraestruturas.

Quanto ao consumo de energia elétrica (OP5), seis municípios – Areia, Bananeiras, Natuba, Pocinhos, Riachão e Solânea – apresentam resultados acima da média estadual, podendo estar associado ao desgaste de infraestruturas e características particulares dos municípios, como o relevo variável.

Com base na Tabela 1 e Figura 2, no quesito qualidade, para o indicador de incidência de análises de cloro residual fora do padrão (IQ1), 7 dos 12 municípios obtiveram bons resultados percentuais, indicando que a maioria atende ao valor estabelecido pela Portaria n° 888/2021 do Ministério da Saúde. Além disso, os indicadores de incidência de análises de turbidez (IQ2) e coliformes totais (IQ3) apresentam resultados ainda mais favoráveis, evidenciando que quase a totalidade das amostras analisadas está dentro dos padrões.

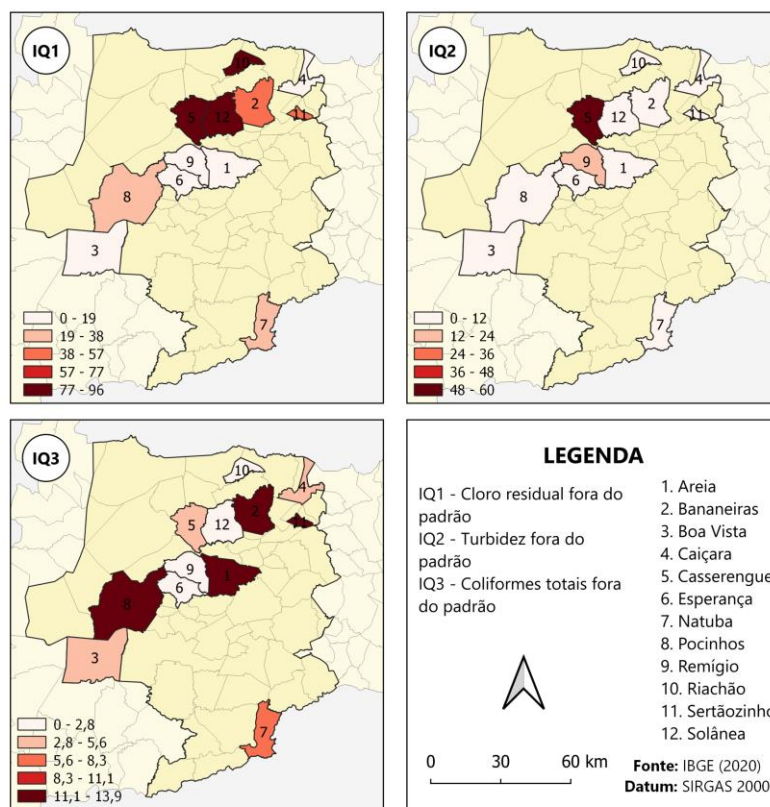


Figura 2: Indicadores de Qualidade.

Conforme observado na Tabela 1 e Figura 3, a extensão da rede de água por ligação (II1) revela que oito municípios encontram-se em uma situação não favorável. Apenas Areia e Boa Vista superam as médias regional (9,0 m/ligação) e nacional (11,5 m/ligação), destacando-se também Riachão e Bananeiras, que superam a média estadual de 7,38 m/ligação. Este indicador é importante para contextualizar a universalização, pois baixo adensamento horizontal exige maiores investimentos para disponibilizar rede de abastecimento de água à população (ABAR, 2014).

Por outro lado, o indicador de atendimento urbano de água (II2) apresenta bons resultados na maioria dos municípios, exceto em Bananeiras, Casserengue e Esperança. Assim como o II1, este indicador é relevante no contexto da universalização, permitindo acompanhar o incremento do serviço na zona urbana.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

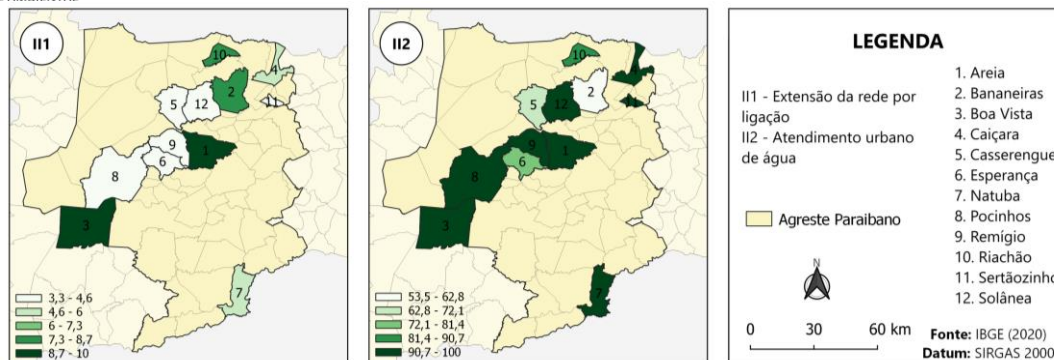


Figura 3: Indicadores Infraestruturais.

Considerando as informações da Tabela 1 e Figura 4, a tarifa média de água (IF1) praticada pelos municípios de Bananeiras, Casserengue, Esperança, Pocinhos, Sertãozinho e Solânea é inferior à média nordestina. Contudo, Areia e Riachão apresentam resultados atípicos ao serem comparados com os demais municípios paraibanos. A receita operacional por volume de água faturado pode influenciar investimentos e melhorias no sistema, mas a tarifa social oferecida pela CAGEPA permite o acesso ao serviço por populações de baixa renda.

O indicador de produtividade (IF2) aponta cinco municípios – Caiçara, Casserengue, Esperança, Pocinhos e Sertãozinho – com resultados abaixo da média nordestina, indicando possível carência de pessoal para a execução dos serviços, com impactos na qualidade (ABAR, 2014).

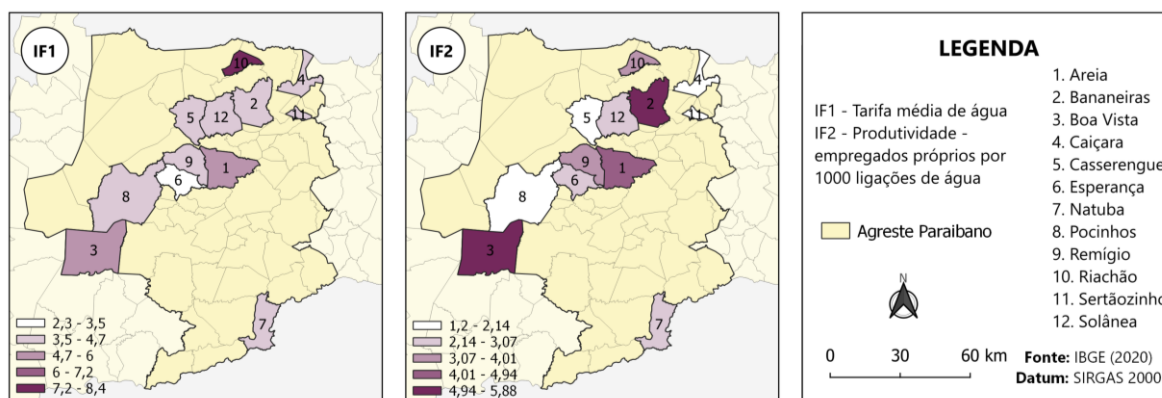


Figura 4: Indicadores Financeiros.

Em suma, esses indicadores fornecem uma compreensão sobre a eficiência dos serviços de saneamento nos municípios do Agreste Paraibano, indicando áreas de destaque e necessidades de melhoria em diferentes aspectos.

CONCLUSÕES

Este estudo destaca a eficácia dos indicadores como ferramenta essencial para avaliar sistemas de abastecimento de água, proporcionando informações abrangentes sobre aspectos infraestruturais, operacionais, qualitativos e econômico-financeiros. A pesquisa concentrou-se na análise desses indicadores em 12 municípios de pequeno porte do Agreste paraibano, reforçando a importância dessa abordagem na orientação das decisões dos gestores. Os resultados e a metodologia empregada foram satisfatórios, fornecendo uma visão clara dos principais desafios enfrentados pelos municípios e facilitando a tomada de decisões em relação a prioridades, expansões e melhorias nos serviços.



É importante ressaltar que os resultados apresentados não constituem uma avaliação definitiva do serviço de abastecimento de água nesses municípios, uma vez que se baseiam em informações dos prestadores de serviço da rede geral (CAGEPA), excluindo a zona rural. Esta pesquisa teve caráter exploratório e avaliativo, focando nos indicadores selecionados, e não abrange sistemas de abastecimento alternativos predominantemente presentes na zona rural, seja de uso coletivo ou individual, que não estão monitorados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria 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. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em 12 de maio de 2021.
2. ABAR. Associação Brasileira de Agências de Regulação. Quem somos. Disponível em: <<http://abar.org.br/quem-somos/>>. Acesso em 5 de novembro de 2020.
3. MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e Seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
4. OMS - Organização Mundial da Saúde; UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities. Nova Iorque, 2019.
5. ONU. O Direito Humano à Água e Saneamento. 2013. Disponível em: <https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2021.
6. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2004. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2005.
7. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/institucional>>. Acesso em 5 de novembro de 2020.
8. SOBRINHO, R. A., BORJA, P. C. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2016, v. 21, n. 04. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/esa/a/BhgFHQQ3TZ84xXYfgRk8Dvt/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 13 de maio de 2021.