



## I-11 - DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA O APRIMORAMENTO DA INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI

### **Bárbara Hillary de Almeida Pinto<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Faculdade Estácio do Rio Grande do Norte. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela UFRN.

### **Paulo Eduardo Vieira Cunha<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

### **Lucas Costa Rodrigues<sup>(3)</sup>**

Geógrafo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Geografia pela UFRN. Doutorando em Geografia pela UFRN.

### **Caio Victor Macêdo Pereira<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela UFRN.

### **Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UFRN. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela UFRN.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova - Natal - RN - CEP: 59078-970 - Brasil - Tel: (84) 99903-9760 - e-mail: [barbara.pinto.101@ufrn.edu.br](mailto:barbara.pinto.101@ufrn.edu.br)

## **RESUMO**

O abastecimento de água para consumo humano, componente essencial do saneamento básico, deve atender a toda a população, com fornecimento de água de maneira contínua e regular, dentro dos padrões de potabilidade, e garantindo o uso racional da água e a conservação dos recursos hídricos. Para universalizar o acesso a esse serviço, se faz necessária a integração de estratégias técnicas, ambientais e sociais, além da realização de investimentos voltados ao aprimoramento de sua infraestrutura. No entanto, para que haja um desenvolvimento e execução de ações efetivas, com alocação adequada de recursos, é indispensável que haja um planejamento voltado às características locais, devendo haver prévio conhecimento da realidade instaurada nas regiões em que se pretende intervir. Portanto, este trabalho expõe as informações levantadas acerca dos atuais sistemas públicos de abastecimento de água nos 25 municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP), especificamente quanto aos sistemas produtores de água e aos indicadores de segurança hídrica dos sistemas coletivos de abastecimento, sendo fundamentais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, bem como para a identificação de áreas com deficiências e maiores fragilidades quanto ao fornecimento de água. Para tanto, foi adotada uma abordagem qualitativa e quantitativa, através da coleta, sistematização e análise de dados secundários oriundos de instituições federais, estaduais e municipais, além de informações de diagnósticos técnicos. A maioria dos sistemas coletivos de abastecimento de água, que atendem principalmente às sedes urbanas e parte das áreas rurais dos municípios da BHRP, são integrados ao de outros municípios, sendo a maior parte deles supridos por grandes sistemas adutores, tendo em vista a captação feita em mananciais superficiais e/ou subterrâneos localizados fora de suas áreas territoriais. Quanto aos índices de segurança hídrica, observa-se que a maior parte das áreas da bacia apresenta níveis de segurança baixa ou mínima. Sendo assim, há necessidade de planejamento e execução de ações de forma integrada, conjunta e contínua em todos os municípios da bacia, bem como implementação de políticas públicas que priorizem investimentos na proteção e recuperação de mananciais, na diversificação das fontes de abastecimento, no aprimoramento e expansão das estruturas de produção e sistemas de tratamento e distribuição, associados à melhoria na gestão de perdas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia do Rio Potengi, Saneamento Básico, Abastecimento de Água, Produção de Água, Segurança Hídrica.



## INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP) é considerada uma das principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte (RN), ocupando uma área de 4.093 km<sup>2</sup>, correspondente a cerca de 7,7% do território estadual (SEMARH, 1998 apud SILVA, 2020). A população estimada dos municípios inseridos na bacia, de 1.346.563 habitantes (IBGE, 2021), responde por aproximadamente 38% da população total do estado no ano de 2021. Ademais, ressalta-se a relevância socioeconômica e ambiental do rio Potengi, em função de sua utilização para inúmeras atividades, incluindo-se turismo, pesca, agricultura, carcinicultura, pecuária, dentre outras, além de atuar como corpo receptor de efluentes sanitários, tratados ou não, principalmente no baixo curso da bacia. Essas atividades geram impactos que influenciam diretamente na diminuição da qualidade da água, afetando negativamente a qualidade de vida das populações que dependem diretamente de suas águas para subsistência.

O desenvolvimento de ações visando à preservação da qualidade ambiental local e promoção da saúde pública se faz essencial para constituição e manutenção de uma sociedade mais saudável. Diante disso, o Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2019) destaca a relevância do saneamento como um dos fatores de promoção de um ambiente salubre, que favorece condições de sobrevivência, quando devidamente implantado e adequado às características locais. Sendo assim, se faz necessário um planejamento voltado à realidade local da BHRP, de modo a minimizar os problemas existentes relativos à ausência de infraestruturas e atendimento adequado relacionados, sobretudo, aos sistemas de saneamento básico, abrangendo-se o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Nesse contexto, o presente trabalho surge como um desdobramento do projeto de pesquisa intitulado "Projeto de Recuperação de Nascentes e Áreas Degradadas da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi", financiado pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e executado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte sob o Termo de Execução Descentralizada nº 023/2021/SNSH/MDR, o qual visa à recuperação ambiental de nascentes e áreas degradadas na bacia, com o objetivo de melhorar a disponibilidade hídrica e a qualidade ambiental na região.

Dentre o conjunto de ações integradas desenvolvidas no projeto, inclui-se a busca de soluções para a melhoria do saneamento básico dos 25 municípios inseridos na bacia, visando à universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Para a efetividade das ações de saneamento, faz-se necessário, dentre outros fatores, o conhecimento das condições ambientais de onde se pretende intervir (FUNASA, 2019). Para tanto, foram avaliados os sistemas de saneamento desses municípios, visando diagnosticar a realidade instaurada em suas áreas, a fim de subsidiar a proposição de ações de saneamento básico e educação sanitária e ambiental.

Sabendo-se que o abastecimento de água para consumo humano é essencial para a saúde pública e requer investimentos significativos em infraestrutura, este trabalho expõe as informações levantadas acerca dos atuais sistemas públicos de abastecimento de água nos municípios integrantes da bacia em estudo, especificamente quanto aos sistemas produtores de água e aos indicadores de segurança hídrica dos sistemas coletivos de abastecimento, sendo fundamentais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, bem como para a identificação de áreas com deficiências e maiores fragilidades quanto ao fornecimento de água. A partir disso, fundamenta-se a proposição de intervenções voltadas ao aprimoramento e melhorias desses sistemas, visando a universalização do acesso a esse serviço.

## OBJETIVO

O presente trabalho destaca a importância da infraestrutura de abastecimento de água como componente essencial do saneamento básico, através do diagnóstico dos atuais sistemas públicos de abastecimento de água nos 25 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi, especificamente quanto aos sistemas produtores de água e aos indicadores de segurança hídrica dos sistemas coletivos de abastecimento.

Ao avaliar a realidade instaurada na região, o estudo visa identificar áreas prioritárias que necessitam de intervenção, de modo a subsidiar a adoção de práticas eficazes e embasar decisões estratégicas dos gestores

públicos e *stakeholders* envolvidos na área de saneamento. Dessa forma, através de políticas públicas e investimentos voltados ao aprimoramento dos sistemas de abastecimento de água, planeja-se universalizar o acesso a esse serviço, com segurança, quantidade, qualidade e regularidade e modicidade de custos, além da sustentabilidade ambiental dos recursos hídricos, garantindo, conseqüentemente, a melhoria das condições de vida e de saúde da população local.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, através da coleta, sistematização e análise de dados secundários oriundos de instituições federais, estaduais e municipais, além de informações de diagnósticos técnicos. A metodologia utilizada oferece um panorama das situações encontradas nos sistemas coletivos de abastecimento de água que atendem aos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi, destacada na Figura 1 a seguir, especificamente quanto aos sistemas produtores de água e à segurança hídrica dos sistemas coletivos que abastecem a região.

O universo da pesquisa foi constituído pelos 25 municípios que compõem a BHRP, sendo eles: Barcelona, Bento Fernandes, Bodó, Bom Jesus, Cerro Corá, Currais Novos, Ielmo Marinho, Lagos de Velhos, Lajes, Macaíba, Natal, Riachuelo, Ruy Barbosa, Santa Cruz, Santa Maria, Santana do Matos, São Gonçalo do Amarante, São Paulo do Potengi, São Pedro, São Tomé, Senador Elói de Souza, Serra Caiada, Sítio Novo, Tangará e Vera Cruz.

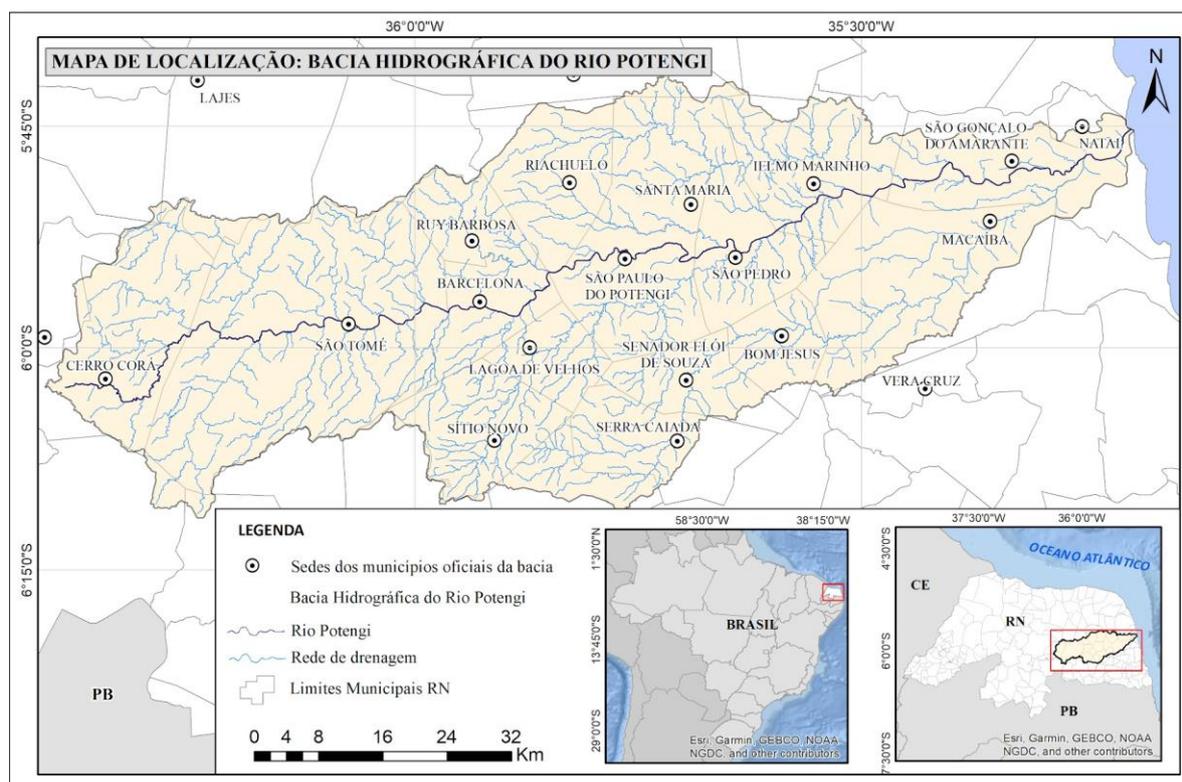


Figura 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi.

Para análise dos sistemas produtores de água, foram coletados dados do “Atlas Águas: Sistemas Produtores de Água” da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021a), de modo a verificar os sistemas coletivos que atendem a cada município, bem como foi realizado o georreferenciamento dos mananciais superficiais responsáveis pelo abastecimento. Além disso, para georreferenciamento dos sistemas adutores, foram utilizados os arquivos digitais fornecidos pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN, 2018), em formato *shapefile*, inerente ao ambiente SIG – Sistema de Informações Geográficas. As



captações subterrâneas não foram georreferenciadas, porém respondem por grande parte do abastecimento dos municípios da BHRP.

É importante ressaltar que os sistemas apresentados são responsáveis, em grande parte, pelo abastecimento coletivo de sistemas das sedes urbanas municipais e parte das zonas rurais. Para parte de núcleos urbanos e de áreas rurais de alguns municípios, o sistema de abastecimento de água não é realizado de forma coletiva através de redes de distribuição, sendo adotadas soluções individuais e/ou alternativas. No entanto, esses sistemas individuais não serão abordados no presente trabalho.

A segurança hídrica dos sistemas de abastecimento de água na região foi avaliada através de dados fornecidos pelo “Atlas Águas: Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano” da ANA (2021b), o qual indica que o índice de segurança hídrica das áreas urbanas foi simplificado por meio de indicadores de produção de água, refletindo a vulnerabilidade das fontes de água e dos sistemas de produção, complementados por indicadores de distribuição de água, que avaliam a cobertura e extensão das redes de distribuição e o desempenho no controle de vazamentos (ANA, 2021b).

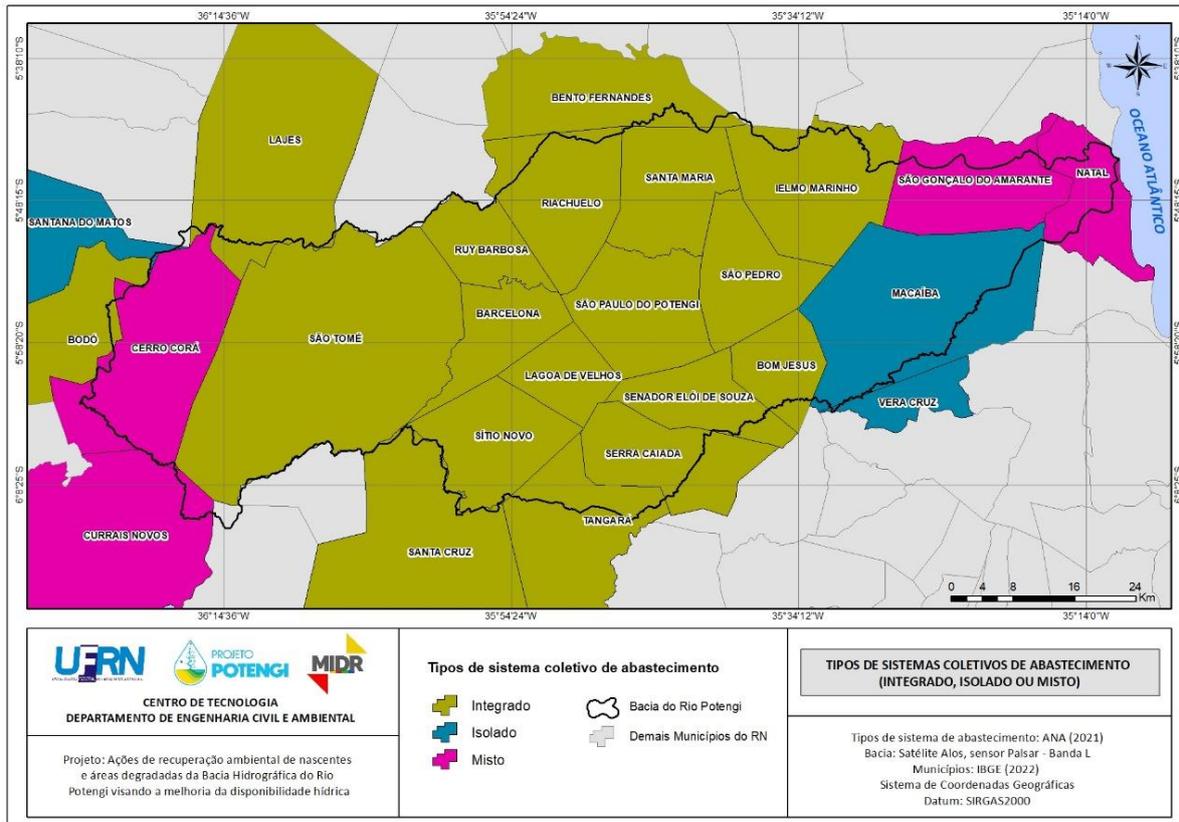
A partir do levantamento desses dados, foram produzidos mapas temáticos, em *software* computacional ArcMap v.10.5, além de gráficos e tabelas, que oferecem um panorama das situações encontradas, auxiliando em análises específicas para cada caso identificado e fornecendo subsídio para a proposição de soluções que garantam a equidade, a integralidade, a intersetorialidade, a sustentabilidade dos serviços implantados, e a participação e o controle social.

## RESULTADOS OBTIDOS

O Manual de Saneamento (FUNASA, 2019) indica que o abastecimento de água pode ser classificado quanto à abrangência de atendimento, podendo ser individual ou coletivo. O abastecimento coletivo atende a vários domicílios ao mesmo tempo, sendo mais característico de áreas com populações concentradas, notadamente as áreas urbanas. Já no abastecimento individual, mais característico de áreas com população dispersa, como grande parte das áreas rurais, a produção e o consumo de água atendem a um único domicílio, sendo adotadas, por vezes, soluções alternativas e/ou individuais, como uso de poços ou nascentes, chafarizes, cisternas, açudes, caminhões-pipa etc. Ressalta-se, novamente, que os sistemas individuais que atendem à parcela da população dos municípios da BHRP não serão abordados no presente trabalho.

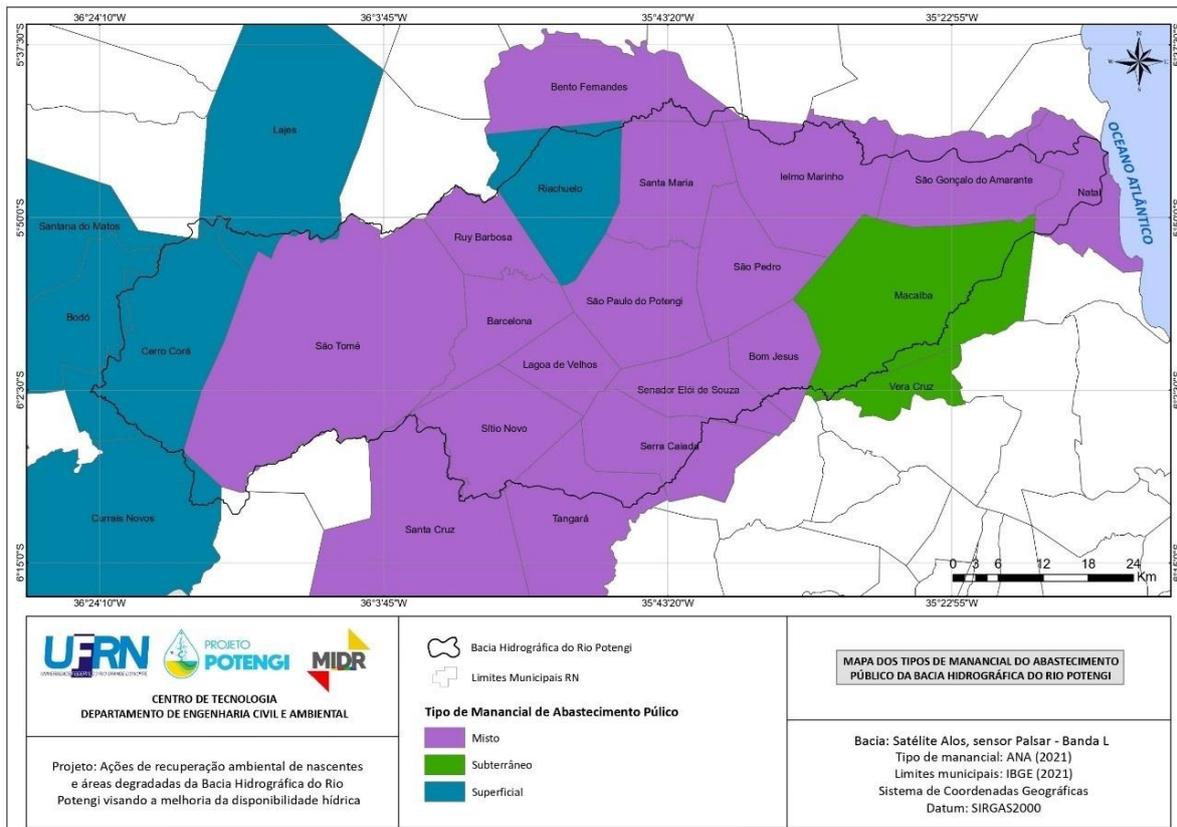
Os sistemas coletivos de abastecimento de água dos municípios da BHRP, sobretudo de suas sedes urbanas, são operados preponderantemente pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), com exceção apenas dos sistemas de Santa Cruz, operado pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgotos (SAAE), e de São Gonçalo do Amarante, também operado pelo SAAE, excluindo-se a área conurbada com Natal, operada pela CAERN.

O abastecimento coletivo de água pode ser feito por sistemas isolados (atendem a apenas um município), integrados (atendem a mais de um município) ou por ambos os sistemas (sistema misto) (ANA, 2023). Em geral, no abastecimento coletivo, a produção e o consumo ocorrem em locais distintos (FUNASA, 2019), principalmente nos casos dos sistemas integrados ou mistos. Nesse contexto, é importante ressaltar que a maioria dos municípios do semiárido potiguar têm seu abastecimento dependente de captação nos vários reservatórios superficiais construídos na região; porém, para aqueles não abrangidos pela área de influência desses reservatórios, o atendimento é feito através de sistemas adutores que conectam esses municípios às barragens (RODRIGUES et al., 2018). A maioria dos sistemas coletivos de abastecimento de água dos municípios da BHRP são integrados ou mistos, conforme mostrado no mapa da Figura 2 a seguir, sendo a maior parte deles supridos por grandes sistemas adutores, cujo mapeamento das adutoras está ilustrado na Figura 4.



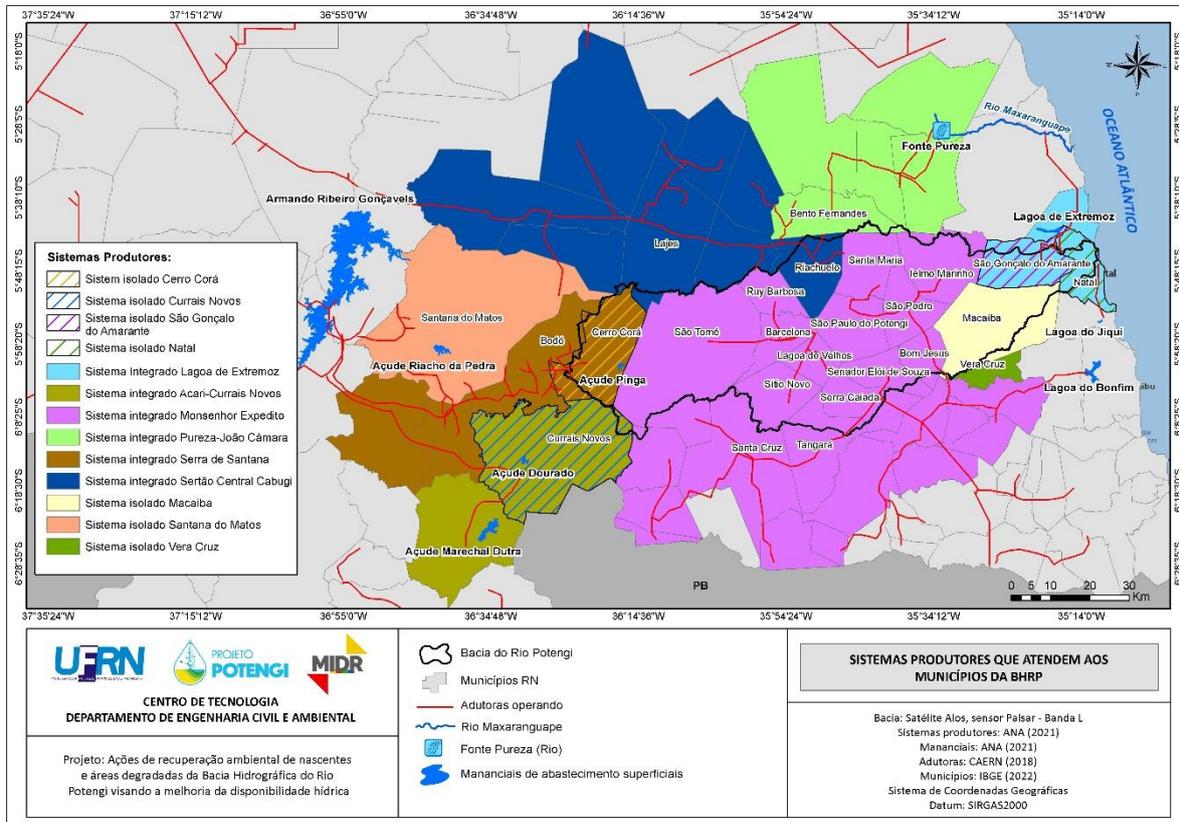
**Figura 2: Tipos de sistemas coletivos de abastecimento de água dos municípios da BHRP.**

Os mananciais de abastecimento público são a fonte de água utilizada para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas, os quais, segundo o Manual de Saneamento (FUNASA, 2019), podem ser classificados em superficial e subterrâneo, de acordo com sua origem. O primeiro consiste em toda parte de um manancial que escoar na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais (FUNASA, 2019). O segundo é a parte do manancial que se encontra totalmente abaixo da superfície terrestre, compreendendo os lençóis freático e profundo e tendo sua captação feita através de poços rasos ou profundos (tubulares), galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes (FUNASA, 2019). A maioria dos municípios da bacia em estudo possui abastecimento misto, ou seja, feita através de mananciais superficial e subterrâneo, conforme apresentado na Figura 3 a seguir.



**Figura 3: Tipos de mananciais que abastecem os sistemas coletivos dos municípios da BHRP.**

Dentre os mananciais superficiais que atendem aos municípios da BHRP, incluem-se principalmente lagoas, rios e reservatórios. Os mananciais superficiais utilizados como fontes de abastecimento para os sistemas coletivos de água de várias das sedes urbanas e parte das áreas rurais dos municípios em estudo são: lagoa do Bonfim, barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves (rio Piranhas-Açu), rio Maxaranguape, lagoa de Extremoz, lagoa de Jiqui, fonte Pureza, açude Dourado, açude Marechal Dutra, açude Pinga e açude Rio da Pedra (riacho Salina), cujas localizações também estão apresentadas no mapa da Figura 4, apresentado a seguir. Ressalta-se que apesar de responderem por grande parte do abastecimento dos municípios da BHRP, as captações subterrâneas não foram georreferenciadas.



**Figura 4: Sistemas produtores de água que abastecem os municípios da BHRP, com mapeamento dos mananciais superficiais e das adutoras em operação.**

Na Tabela 1 a seguir estão detalhados os sistemas coletivos de abastecimento de água que atendem a cada um dos municípios da bacia em estudo. Os tipos e identificação dos mananciais de abastecimento, a partir dos quais a água de cada sistema coletivo é captada, também estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1: Características dos sistemas produtores de água dos municípios da BHRP, por tipo e identificação dos sistemas e dos mananciais de abastecimento.**

SISTEMAS PRODUTORES DE ÁGUA				
MUNICÍPIO	Tipo de sistema	Descrição	Manancial de abastecimento	
Barcelona	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito	Misto: superficial (Lagoa do Bonfim) + subterrâneo (poços)	
Bento Fernandes	Integrado	Sist. Integrado Pureza-João Câmara	Misto: superficial (Fonte Pureza) + subterrâneo (poços)	
Bodó	Integrado	Sist. Integrado Serra de Santana	Exclusivo superficial: Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (rio Piranhas-Açu)	
Bom Jesus	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito	Misto: superficial (Lagoa do Bonfim) + subterrâneo (poços)	
Cerro Corá	Misto	Sist. Integrado Serra de Santana / Sist. Isolado Cerro Corá	Exclusivo superficial: Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (rio Piranhas-Açu) / Açude Pinga	
Currais Novos	Misto	Sist. Integrado Acari-Currais Novos / Sist. Isolado Currais Novos	Exclusivo superficial: Açude Marechal Dutra / Açude Dourado	
Ielmo Maranhão	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito	Misto: superficial (Lagoa do Bonfim) + subterrâneo (poços)	
Lagoa de Velhos	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Lajes	Integrado	Sist. Integrado Sertão Central Cabugi	Exclusivo superficial: Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (rio Piranhas-Açu)	
Macaíba	Isolado	Sist. Isolado Macaíba	Exclusivo subterrâneo: poços	
Natal	Misto	Sist. Integrado Lagoa Extremoz / Sist. Isolado Natal	Misto: superficial (Lagoa Extremoz) + subterrâneo (poços) / superficial (Lagoa de Jiqui) + subterrâneo (poços)	
Riachuelo	Integrado	Sist. Integrado Sertão Central Cabugi	Exclusivo superficial: Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (rio Piranhas-Açu)	
Ruy Barbosa	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito	Misto: superficial (Lagoa do Bonfim) + subterrâneo (poços)	
Santa Cruz	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Santa Maria	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Santana do Matos	Isolado	Sist. Isolado Santana do Matos	Exclusivo superficial: Açude Rio da Pedra (Riacho Salina)	
São Gonçalo do Amarante	Misto	Sist. Integrado Lagoa Extremoz / Sist. Isolado São Gonçalo do Amarante	Misto: superficial (Lagoa Extremoz) + subterrâneo (poços) / superficial (Rio Maxaranguape) + subterrâneo (poços)	
São Paulo do Potengi	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito	Misto: superficial (Lagoa do Bonfim) + subterrâneo (poços)	
São Pedro	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
São Tomé	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Senador Elói de Souza	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Serra Caiada	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Sítio Novo	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Tangará	Integrado	Sist. Integrado Monsenhor Expedito		
Vera Cruz	Isolado	Sist. Isolado Vera Cruz		Exclusivo subterrâneo: poços

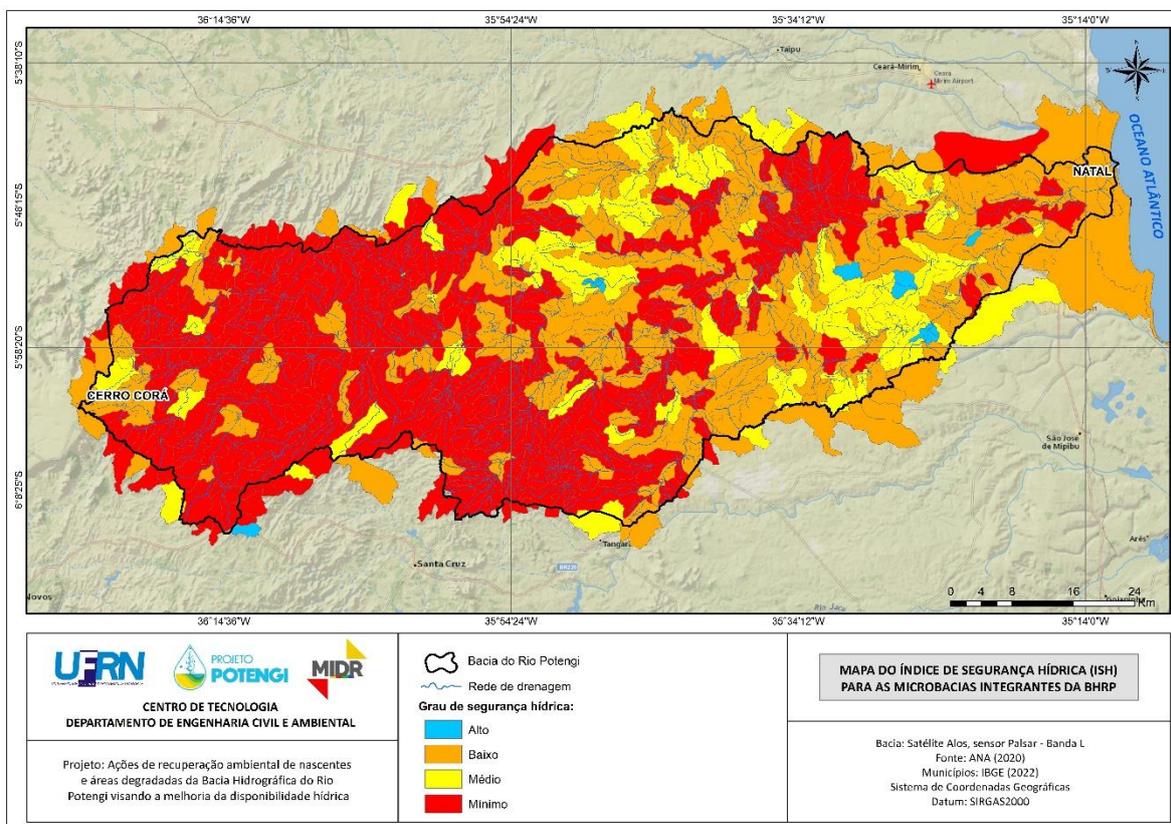


Para complementação da análise dos sistemas de abastecimento de água na BHRP, foi avaliada a segurança hídrica das áreas urbanas de seus municípios, a qual trata da disponibilidade adequada de água em quantidade e qualidade para atender às necessidades humanas, atividades econômicas e conservação dos ecossistemas aquáticos, considerando os riscos de secas e inundações (ANA, 2021b).

Visando fornecer uma avaliação abrangente em cada área urbana, a segurança hídrica foi simplificada através da integração, em um único índice (Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U)), da Eficiência do Sistema de Produção e da Eficiência do Sistema de Distribuição (ANA, 2021b). A Eficiência do Sistema de Produção avalia os indicadores de produção de água, que refletem a vulnerabilidade das fontes de água e o desempenho dos sistemas de produção. Isso envolve analisar a quantidade e qualidade da água disponível nas fontes, bem como a capacidade do sistema de produção em fornecer um abastecimento de água confiável e eficiente (ANA, 2021b). Já a Eficiência do Sistema de Distribuição avalia os indicadores de distribuição de água, por meio dos níveis de cobertura e extensão da rede de distribuição de água e do desempenho técnico no gerenciamento e controle de perdas. Isso inclui a eficácia das medidas tomadas para reduzir as perdas de água durante o processo de distribuição (ANA, 2021b).

Sendo assim, quanto menores a vulnerabilidade do manancial e do sistema produtor e quanto melhor a performance no gerenciamento de perdas e maior a cobertura de atendimento com rede, mais alta será a segurança hídrica das sedes urbanas (ANA, 2021b). Dessa forma, percebe-se que o conhecimento do ISH-U é crucial para o planejamento do abastecimento de água e para a tomada de decisões, oferecendo *insights* sobre a situação atual e sobre os desafios relacionados à segurança hídrica (ANA, 2021b).

No mapa da Figura 5 abaixo estão apresentados os resultados da segurança hídrica para as microbacias constantes da BHRP, desde o nível mínimo (em vermelho) até alto (em azul).



**Figura 5: Índice de segurança hídrica para as microbacias integrantes da BHRP.**



## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados apresentados anteriormente, percebe-se que a maioria dos sistemas coletivos de abastecimento de água dos municípios da BHRP são integrados ao de outros municípios (em 72% dos municípios da bacia) e mistos (16%), sendo a maior parte deles supridos por grandes sistemas adutores, tendo em vista a captação feita em mananciais superficiais e/ou subterrâneos localizados fora de suas áreas territoriais. Apenas 12% dos municípios apresentam atendimento por sistemas isolados.

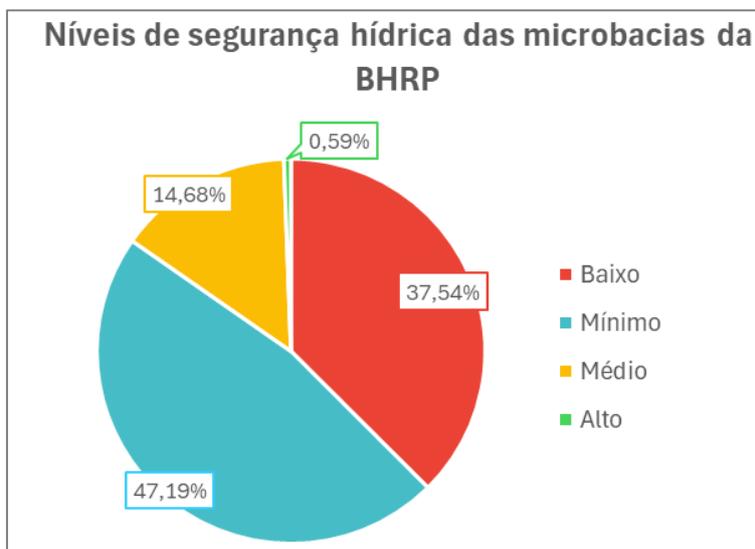
De acordo com o Manual de Saneamento (FUNASA, 2019), o abastecimento coletivo é o mais recomendado, sob o ponto de vista sanitário, por permitir a proteção do manancial, a supervisão das unidades do sistema e o controle da qualidade da água consumida, propiciando a redução de recursos humanos e financeiros. Tendo em vista que a maior parte desses sistemas é operada por companhia estadual, pode-se haver também uma maior padronização e controle na operação e manutenção desses sistemas. No entanto, ressalta-se a importância da fiscalização por entidades reguladoras dos serviços de saneamento.

Em relação às fontes de abastecimento, constata-se que a maior parte dos sistemas coletivos da bacia em análise possui abastecimento misto (mananciais superficial e subterrâneo) (em 68% dos municípios da bacia). 24% dos municípios da BHRP têm atendimento feito exclusivamente por mananciais superficiais e os demais 8% são atendidos exclusivamente por mananciais subterrâneos. De todo modo, independentemente do tipo de manancial, podem haver problemas de comprometimento da qualidade de suas águas em virtude da contaminação por diversas fontes, sobretudo pelo lançamento de esgotos não coletados e não tratados corretamente, tornando-se, em muitos casos, o principal contaminante (ANA, 2019).

Dessa forma, as áreas contendo os mananciais devem ser alvo de atenção específica, contemplando aspectos legais e gerenciais, de forma a garantir sua proteção, tendo em vista que, para o abastecimento público de água potável, é um pré-requisito que a qualidade da água bruta seja boa e constante (FOSTER et al, 2006). No caso dos mananciais superficiais, as medidas de proteção devem estar associadas principalmente ao controle do uso do solo na bacia hidrográfica do manancial, evitando fontes de poluição como despejo de esgotos sem tratamento, atividade industriais, mineração, agricultura, pesca e piscicultura, desmatamento na bacia hidrográfica e depósito irregular de resíduos sólidos. Além disso, devem-se adotar medidas como tomada de água por tubulação, captação de água em trechos retilíneos ou côncavos, dentre outras. Em relação ao suprimento de água por fonte subterrânea, através do uso de poços, o cadastramento e a caracterização da qualidade da água são importantes para orientar o traçado de alternativas tecnológicas, que visem a potabilização da água distribuída, e para auxiliar no planejamento das ações que devem ser tomadas para a modelagem e implantação de sistemas de proteção sanitária.

A maioria dos mananciais de abastecimento que atendem aos municípios da área em estudo se encontram fora de seus limites territoriais, como já citado, bem como fora da área da BHRP, com exceção do açude Pinga no município de Cerro Corá. Dessa forma, as ações de melhoria e conservação da qualidade da água, através da proteção sanitária dos mananciais, bem como ampliação do sistema de coleta e tratamento de efluentes sanitários, devem ser realizadas de forma integrada, conjunta e contínua em todos os municípios da bacia, sendo tratadas como prioridade nas ações realizadas pelas prefeituras e suas parceiras.

Quanto aos índices de segurança hídrica, observa-se que a maior parte das áreas da bacia apresenta níveis de segurança baixa ou mínima (Figura 6). Nesse contexto, a partir das informações obtidas do Atlas Águas (ANA, 2021b) para os sistemas de abastecimento dos municípios da BHRP, ressalta-se que apesar de a maioria dos mananciais apresentarem baixa vulnerabilidade, apenas quatro sistemas produtores estão satisfatórios do ponto de vista da vulnerabilidade. Dos demais, quatro necessitam de ampliação e quinze de adequação. Além disso, apenas três sistemas de distribuição apresentam alta eficiência, sendo a maioria deles com eficiência baixa ou mínima (ANA, 2021b), o que justifica os resultados encontrados. Dessa forma, a diversificação das fontes de abastecimento, a expansão dos sistemas de distribuição, o aprimoramento das estruturas de produção e a melhoria na gestão de perdas são medidas cruciais para enfrentar os desafios da gestão hídrica e garantir a qualidade de vida da população. Para isso, deve-se considerar as características de cada município, além de fatores como crescimento populacional, disponibilidade de recursos hídricos e necessidades socioeconômicas.



**Figura 6: Níveis de segurança hídrica das microbacias da BHRP.**

## CONCLUSÕES

O avanço em direção à universalização do acesso ao saneamento básico é essencial para assegurar condições dignas de saúde e qualidade de vida para todos os cidadãos brasileiros. Portanto, o principal objetivo a ser perseguido pela administração municipal, titular dos serviços de saneamento, é a universalização do acesso a esses serviços, com segurança, quantidade, qualidade e regularidade e modicidade de custos.

Apesar disso, deve-se levar em consideração que os problemas relativos à ausência de infraestruturas e atendimento inadequado do saneamento básico transcendem os limites municipais, afetando a bacia como um todo, de forma que o planejamento e execução de ações devem ser realizados de forma integrada, conjunta e contínua em todos os municípios da bacia. Deste modo, diagnosticar a situação de cada município ganha relevância, considerando a complexidade das características socioeconômicas e ambientais locais, e influências em escala regional, o que auxilia na elaboração de estratégias e alocação adequada de recursos.

O sistema de abastecimento de água, componente essencial do saneamento básico, deve assegurar a universalização do acesso à água para consumo, com fornecimento de maneira contínua e regular, estando dentro dos padrões de potabilidade e garantindo o uso racional da água e a conservação dos recursos hídricos.

Dessa forma, conclui-se que a integração de estratégias técnicas, ambientais e sociais é fundamental para o aprimoramento da infraestrutura de abastecimento de água na região. Recomenda-se, portanto, a adoção de um modelo de gestão participativa, bem como a implementação de políticas públicas que priorizem investimentos na proteção e recuperação de mananciais, na diversificação das fontes de abastecimento, além da inserção e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis visando o aprimoramento e a expansão das estruturas de produção e sistemas de tratamento e distribuição, associados à melhoria na gestão de perdas, de modo a assegurar o direito universal ao acesso à água de qualidade, promovendo práticas de uso racional da água. Nesse contexto, também se faz de extrema importância a fiscalização dos sistemas por entidades reguladoras dos serviços de saneamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Águas: Sistemas Produtores de Água**. 2021a.
2. \_\_\_\_\_. **Atlas Águas: Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano**. Brasília: 2021b. 332 p.
3. \_\_\_\_\_. **Catálogo de Metadados da ANA: Rede de Abastecimento Urbano - Auditoras**. 2021c.
4. \_\_\_\_\_. **Índice de Segurança Hídrica (ISH)**. 2020.



5. \_\_\_\_\_. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: 2019. 75 p.
6. \_\_\_\_\_. Microsoft Power BI - Atlas Águas. **Mananciais, Sistemas e Croquis**. ANA, 2021d.
7. BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Brasília. Publicada no DOU de 16 de julho de 2020, Edição 135, Seção 1, página 1.
8. CAERN. Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Sistemas Adutores do Rio Grande do Norte**. Natal: Gerência de Grandes Adutoras, 2018. Escala 1:500.000. Disponibilizado em meio digital, em formato *shapefile*.
9. FOSTER, S. et al. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. World Bank, 2006.
10. FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. 5.ed. Brasília: 2019. 545 p.
11. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil/2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 27 mai. 2022.
12. \_\_\_\_\_. **Estimativas da População**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 28 fev. 2024.
13. \_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. 2017.
14. MDR. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Secretaria Nacional de Saneamento. **PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico: Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. DOCUMENTO EM REVISÃO SUBMETIDO À APRECIÇÃO DOS CONSELHOS NACIONAIS DE SAÚDE, RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE. Brasília, 2019.
15. RODRIGUES, L. C. *et al.* Cartografia do Saneamento Básico no Rio Grande do Norte. Confins: **Revista franco-brasileira de Geografia**, n. 34, 2018.
16. SEMARH. Secretaria de Estado de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. 1998.
17. SILVA, Miquéias Rildo de Souza. Delimitação de unidades geocológicas como subsídio para o planejamento ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Potengi-RN (ACBHRP-RN). 2020. 122f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.