



## II-14 – ANÁLISE INTEGRADA DA COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE EFLUENTES SANITÁRIOS 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).

### **Caio Victor Macêdo Pereira<sup>(3)</sup>**

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

### **José Arthur do Nascimento Ramalho<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Especialista em Topografia e Sensoriamento Remoto pelo Centro Universitário Venda Nova do Imigrante (UNIFAVENI). 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**

Grande parte da água fornecida para consumo humano se transforma em esgoto após o seu uso, incorporando resíduos, material orgânico e nutrientes, de modo que urge a necessidade de tratamento adequado para remoção desses contaminantes. O esgoto não tratado é uma das principais fontes de poluição hídrica no Brasil. Além da diminuição da qualidade da água, ele compromete o equilíbrio ambiental e representa ameaça a seres vivos aquáticos, bem como pode afetar a saúde pública devido à veiculação hídrica de doenças parasitárias e infecciosas. Quando não tratado, o esgoto lançado no ambiente, principalmente em corpos hídricos, pode, por exemplo, reduzir drasticamente os níveis de oxigênio dissolvido nas águas, em função das altas cargas orgânicas e de nutrientes disponíveis. Sendo assim, a coleta e o tratamento de esgotos são essenciais para o saneamento básico, representando promoção de saúde pública e manutenção de recursos naturais. Diante deste contexto e considerando a importância socioeconômica e ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP), o presente trabalho expõe o panorama do esgotamento sanitário nos 25 municípios integrantes da BHRP, especificamente quanto à coleta e aos processos de tratamento e disposição final dos esgotos gerados nas sedes urbanas municipais. A partir disso, também foram obtidos dados acerca das cargas orgânicas totais produzidas, removidas por algum tipo de tratamento e remanescentes, ou seja, que chegam aos corpos hídricos. Além disso, para avaliar o impacto do lançamento de esgotos nos corpos receptores, que são função da disponibilidade hídrica e dos requisitos de qualidade das águas, foi determinado o balanço hídrico qualitativo das microbacias da BHRP. Quanto ao serviço de esgotamento sanitário, observou-se que mesmo considerando apenas as sedes municipais, quase metade da população não é atendida adequadamente ou não é atendida, de modo que grande parte da carga orgânica gerada chega a alcançar os corpos d'água, o que leva a inúmeros impactos negativos e consequente degradação do rio Potengi e de seus afluentes. Em relação ao balanço hídrico, apenas 3,22% da área da bacia apresenta níveis satisfatórios. Diante disso, destaca-se a urgente necessidade de investimentos em infraestrutura de esgotamento sanitário na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia do Rio Potengi, Saneamento Básico, Esgotamento Sanitário, Tratamento de Esgotos, Carga Orgânica.



## 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. Isso também vale para os demais corpos hídricos da região, que podem sofrer degradação na qualidade de suas águas em função do desenvolvimento de atividades em seus leitos e margens, bem como manejo inadequado de efluentes e de resíduos sólidos na área da bacia.

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.

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. Portanto, 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). 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. 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 a ausência de soluções adequadas para o esgotamento sanitário resulta em condições precárias de saneamento, favorecendo a proliferação de doenças parasitárias e infecciosas e promovendo a degradação do meio ambiente, este trabalho expõe as informações levantadas acerca do panorama do esgotamento sanitário nos municípios integrantes da BHRP, especificamente quanto à coleta e aos processos de tratamento dos esgotos gerados nas sedes urbanas municipais. A partir disso, fundamenta-se a proposição de intervenções e estratégias voltadas ao aprimoramento e melhorias na coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, visando à universalização do acesso a esses serviços, promovendo uma melhoria da saúde pública na região, além da mitigação dos impactos ambientais negativos oriundos do manejo e lançamento inadequados de efluentes.

## OBJETIVO

O presente trabalho destaca a importância da infraestrutura de esgotamento sanitário como componente essencial do saneamento básico, através do diagnóstico dos sistemas existentes, ou da ausência destes, nos 25 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi, especificamente quanto à coleta, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários produzidos pela população das sedes urbanas da região. A partir disso, se faz possível perceber o potencial impacto negativo gerado na qualidade ambiental da região, ocasionado pelo manejo inadequado dos

efluentes, sendo avaliado através da carga orgânica remanescente que é lançada diretamente no solo e/ou nos corpos hídricos superficiais e/ou subterrâneos.

Ao avaliar a realidade instaurada na região, o estudo visa identificar as principais deficiências na infraestrutura de esgotamento sanitário, vislumbrando áreas prioritárias que necessitam de intervenção, de modo a subsidiar a proposição de estratégias e adoção de práticas eficazes voltadas para a melhoria da coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, além de embasar decisões estratégicas dos gestores públicos e *stakeholders* envolvidos na área de saneamento. Dessa forma, através de políticas públicas e investimentos voltados ao aprimoramento, expansão e/ou instalação dos sistemas de esgotamento sanitário nos municípios, planeja-se universalizar o acesso a esse serviço, com segurança, quantidade, qualidade e regularidade e modicidade de custos, garantindo a redução dos impactos ambientais negativos e a consequente 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, principalmente fornecidos pelo “Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas” da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2017a). A metodologia utilizada oferece um panorama das situações encontradas nos sistemas de esgotamento sanitário (SES) que atendem aos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi, destacada na Figura 1 a seguir, especificamente quanto à coleta, tratamento e disposição final dos esgotos produzidos pela população urbana.

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.

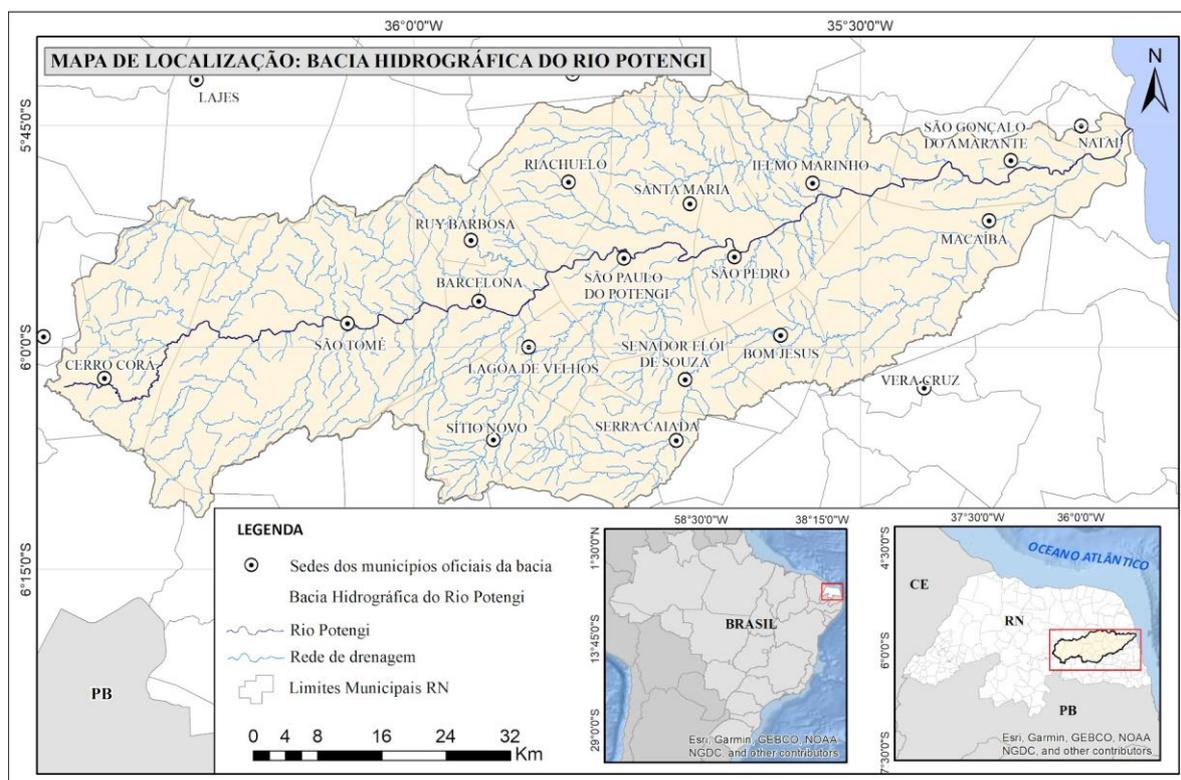


Figura 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi.



Para análise do panorama geral dos serviços de esgotamento sanitário para as sedes urbanas dos municípios da BHRP, foram consideradas as soluções adotadas em relação à coleta e ao tratamento dos esgotos produzidos nessas áreas, obtendo-se dados acerca das cargas orgânicas totais produzida, removida por algum tratamento e remanescente.

De acordo com a ANA (2017a), para estimar a parcela de carga orgânica total de esgotos que chega aos corpos d'água (denominada de “carga remanescente”), realizou-se o abatimento da parcela de carga removida através de algum tipo de tratamento. Sendo assim, foram considerados abatimentos na demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apenas das parcelas das cargas orgânicas dos esgotos coletados e tratados, por algum sistema coletivo, e daqueles encaminhados para solução individual. Para os sistemas coletivos, o abatimento foi feito em função das eficiências das estações de tratamento de esgotos (ETEs) identificadas, considerando em cada município a população urbana atendida por esse serviço. Para a população servida por solução individual (fossas sépticas com operação adequada) foi considerada uma remoção de 60% da carga orgânica (ANA, 2017a). Para as demais parcelas (efluentes coletados e não tratados e efluentes não coletados) não foram aplicados abatimentos de carga orgânica, considerando a dificuldade metodológica de qualquer estimativa confiável para a redução a ser aplicada às cargas orgânicas dos esgotos cujo destino são fossas rudimentares, lançamentos a céu aberto ou lançamentos em galerias pluviais antes de alcançarem efetivamente os corpos hídricos (ANA, 2017a). Ou seja, para esse último caso, considerou-se toda a carga gerada é lançada de forma inadequada no ambiente.

Para avaliar o impacto do lançamento de esgotos nos corpos receptores, que são função da disponibilidade hídrica e dos requisitos de qualidade das águas, foram delimitadas microbacias para a bacia hidrográfica do Potengi, a partir de dados fornecidos pela ANA (2016), utilizando uma metodologia que diferencia as microbacias e as categorizam conforme seu balanço hídrico, tanto quantitativo, quanto qualitativo, e uma análise de criticidade quanto ao tipo.

A partir do levantamento desses dados foram produzidos mapas temáticos, em *software* computacional ArcMap v.10.5, além de gráficos e tabelas, de modo a possibilitar a identificação das principais deficiências na infraestrutura de esgotamento sanitário, vislumbrando áreas prioritárias que necessitam de intervenção, de modo a subsidiar a proposição de estratégias e adoção de práticas eficazes voltadas para a melhoria da coleta, tratamento e disposição final dos esgotos.

## RESULTADOS OBTIDOS

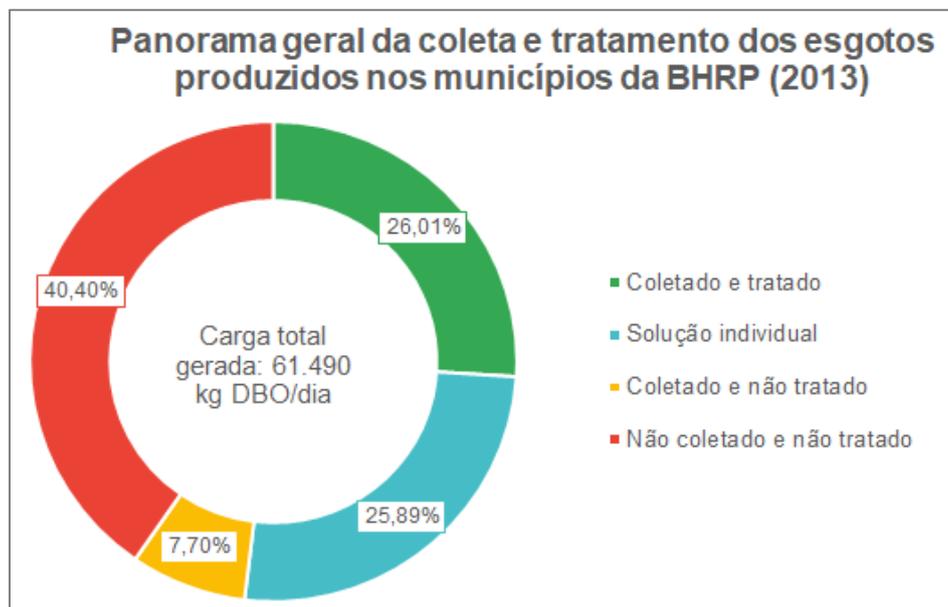
Cerca de 80% da água captada em ambientes naturais, tratada e distribuída por redes públicas para consumo humano se transforma em esgoto após usos domésticos (ANA, 2017a). Nessas atividades, ela incorpora resíduos, material orgânico e nutrientes, necessitando de tratamento adequado para retornar ao meio ambiente. Sendo assim, a coleta e o tratamento de esgotos são essenciais para o saneamento básico, representando promoção de saúde pública e manutenção de recursos naturais, dentre os quais se incluem os corpos hídricos, de onde é captada a água para abastecimento público (SNIS, 2022a).

Segundo a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, o esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente. Ou seja, é todo o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinado à coleta e transporte até uma disposição final, de modo contínuo e higienicamente seguro, de modo a preservar a saúde pública, atender aos padrões legais existentes e proteger o meio ambiente.

Nesse contexto, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) classifica o serviço de esgotamento sanitário como tendo “atendimento adequado” quando é suprido por fossa séptica (pressupõe-se a “fossa séptica sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos”) ou por rede coletora de esgotos seguida de tratamento. As situações enquadradas como “atendimento precário” significam que o serviço é ofertado em condições insatisfatórias, potencialmente comprometedoras da saúde humana e da qualidade do meio ambiente. Por fim, a parcela que não se enquadra em nenhuma das classes anteriores é considerada como “sem atendimento” (sem coleta e sem tratamento) (ANA, 2017a).

Dos 25 municípios integrantes da BHRP, apenas 13 possuem sistema de esgotamento sanitário coletivo em operação (SNIS, 2022b), sobretudo em suas sedes urbanas. Em 04 dos municípios, o serviço é prestado pela gestão municipal, por meio de suas prefeituras (em Santa Maria, Serra Caiada, Sítio Novo e Tangará); em 02 deles, o serviço é prestado pelo Sistema Autônomo de Águas e Esgotos (SAAE) (em Santa Cruz e na maior parte de São Gonçalo do Amarante, com exceção da área conurbada com Natal que é operada pela Companhia de Águas e Esgotos do RN - CAERN); e nos demais, o serviço é prestado totalmente pela CAERN. Cabe ressaltar que as residências que não são atendidas (em parte das sedes e/ou em zonas rurais) ou que não estão interligadas aos sistemas implantados, em geral destinam seus esgotos para fossas sépticas ou rudimentares, sendo as águas cinzas (provenientes de pias, tanques, ralos etc.) muitas vezes lançadas a céu aberto, nas vias públicas, nos terrenos baldios, nas zonas baixas localizadas nas proximidades ou no interior de seus lotes, sem serem submetidas a algum tratamento prévio. Essa situação também é encontrada nos municípios que não possuem sistemas coletivos de esgotamento sanitário implantados, sendo, por vezes, adotadas tais soluções individuais e/ou alternativas.

Na Figura 2 abaixo, está representado o panorama geral dos serviços de esgotamento sanitário para as sedes urbanas dos municípios da BHRP no ano de 2013, considerando as soluções adotadas em relação à coleta e tratamento dos esgotos produzidos pela população dessas áreas, conforme informações fornecidas pelo Atlas Esgotos da ANA (2017b), o qual enquadra os municípios em três grupos de atendimento: atendimento adequado, atendimento precário e sem atendimento, de acordo com os conceitos definidos pelo PLANASAB. Para a análise, foram considerados dados de população urbana, de cobertura de esgoto, de eficiências de remoção dos processos de tratamento empregados e de população urbana atendida por solução individual (fossas sépticas) (ANA, 2017a).



**Figura 2: Panorama geral da coleta e tratamento dos esgotos produzidos nas sedes dos municípios da BHRP, em função da carga orgânica total gerada, considerando as soluções adotadas no ano de 2013.**

O tratamento dos esgotos provenientes dos sistemas coletivos foi avaliado em relação às faixas de eficiência de remoção de carga orgânica nas ETEs identificadas, cujos resultados estão mostrados na Figura 3 a seguir. Em seguida, na Tabela 1, estão apresentadas as características das ETEs identificadas nos municípios e informações sobre os corpos receptores de seus efluentes tratados.

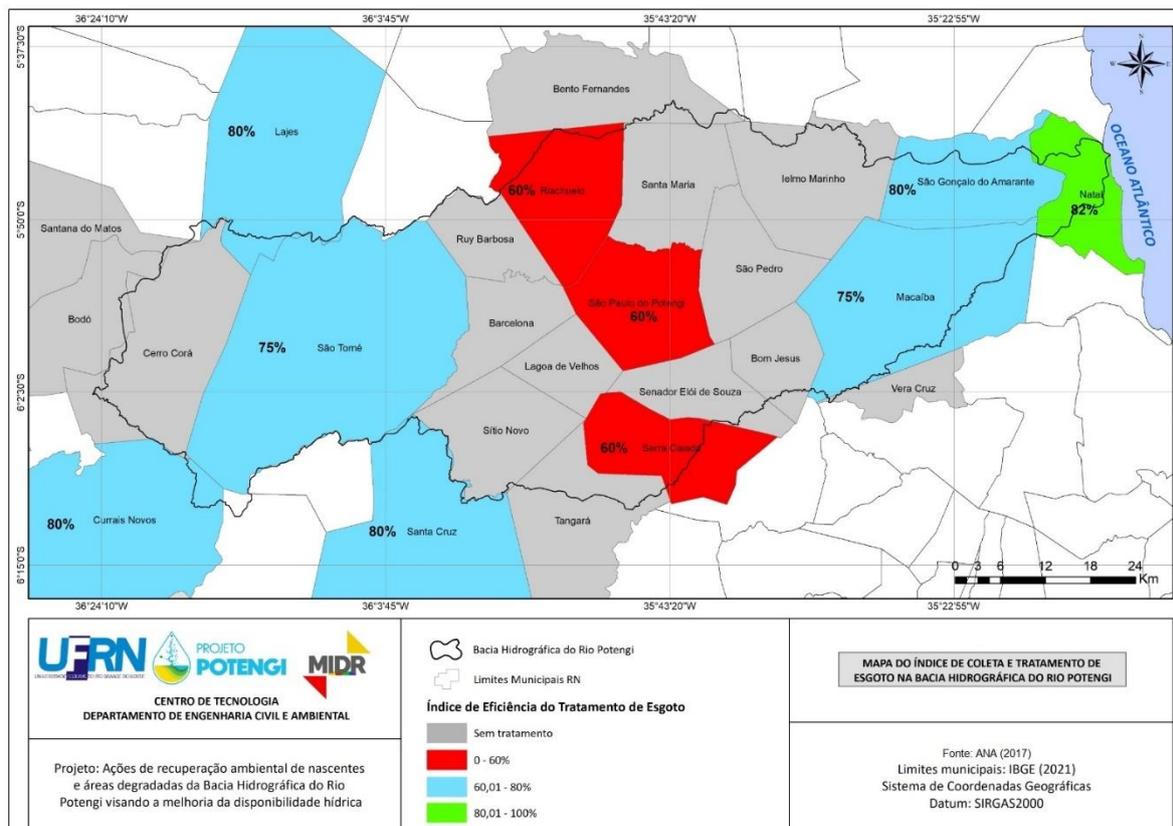


Figura 3: Eficiências médias de tratamento de esgotos, em relação à remoção de carga orgânica, nas estações de tratamento de esgotos (ETEs) identificadas nos municípios da BHRP (dados de 2013).

Tabela 1: Detalhamento das ETEs identificadas nos SES coletivos que atendem às sedes urbanas de alguns municípios da BHRP, e características dos corpos receptores de seus efluentes tratados (2013).

| Município               | Características da ETE                      |   |                    |                        |                      |                             | Características do corpo receptor |                                      |                           |                                 |
|-------------------------|---|---|--------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
|                         | Nome  | Processo  | População atendida | Eficiência adotada (%) | Vazão afluente (L/s) | Carga afluente (kg DBO/dia) | Carga lançada (kg DBO/dia)        | Nome                                 | Vazão de referência (L/s) | Classe de enquadramento adotada |
| Currais Novos           | ETE CURRAIS NOVOS                           | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 34.596             | 80,00%                 | 32,0                 | 1868,2                      | 373,6                             | Rio Currais Novos                    | 34,6                      | 2                               |
| Lajes                   | ETE LAJES                                   | LAGOA ANAERÓBIA + LAGOA FACULTATIVA   | 6.022              | 80,00%                 | 5,5                  | 325,2                       | 65,0                              | Não disponível na base               | 0,5                       | 2                               |
| Macaíba                 | ETE Macaíba                                 | Lagoa aerada + Lagoa facultativa + Lagoa mista + Fossa séptica de sistema condominial | 4.595              | 75,00%                 | 4,4                  | 248,1                       | 62,0                              | Rio Grande                           | 50,0                      | Não avaliado                    |
| Natal                   | ETE DO BALDO                                | REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS   | 102.161            | 85,00%                 | 146,9                | 5516,7                      | 827,5                             | Rio Potengi                          | 171,4                     | 2                               |
|                         | ETE QUINTAS I                               | LAGOA FACULTATIVA   | 6.234              | 75,00%                 | 9,0                  | 336,6                       | 84,2                              | Rio Potengi                          | 171,4                     | 2                               |
|                         | ETE QUINTAS II                              | LAGOA FACULTATIVA   | 12.468             | 75,00%                 | 17,9                 | 673,3                       | 168,3                             | Rio Potengi                          | 171,4                     | 2                               |
|                         | ETE LAGOA AERADA                            | LAGOA AERADA  | 16.346             | 80,00%                 | 23,5                 | 882,7                       | 176,5                             | Rio Jundiá                           | 56,8                      | 2                               |
|                         | ETE NORDESTE                                | LAGOA FACULTATIVA   | 6.956              | 75,00%                 | 10,0                 | 375,6                       | 93,9                              | Rio Jundiá                           | 56,8                      | 2                               |
|                         | ETE TANQUE IMHOFF                           | FOSSA SEPTICA/TANQUE IMHOFF   | 696                | 65%                    | 1,0                  | 37,6                        | 13,1                              | Rio Potengi                          | 171,4                     | 2                               |
|                         | ETE PONTA NEGRA                             | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 48.311             | 80,00%                 | 69,5                 | 2608,8                      | 521,8                             | Infiltração no solo / Riacho Lamerão | 34,1                      | Não avaliado                    |
| Serra Caiada            | ETE Presidente Juscelino                    | Sem informação  | 1.259              | 60,00%                 | 1,1                  | 68,0                        | 27,2                              | Rio Grande                           | 16,0                      | Não avaliado                    |
| Riachuelo               | ETE Riachuelo                               | Sem informação  | 4.201              | 60,00%                 | 3,2                  | 226,9                       | 90,7                              | Rio Sem Nome                         | 2,6                       | Não avaliado                    |
| Santa Cruz              | ETE SANTA CRUZ - SANTA CRUZ                 | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 26.839             | 80,00%                 | 42,6                 | 1449,3                      | 289,9                             | Rio Trairi                           | 0,0                       | 2                               |
| São Gonçalo do Amarante | ETE CENTRO - SÃO GONÇALO DO AMARANTE        | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 741                | 80,00%                 | 1,4                  | 40,0                        | 8,0                               | Não disponível na base               | 1,1                       | 2                               |
|                         | ETE SANTO ANTÔNIO - SÃO GONÇALO DO AMARANTE | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 2.964              | 80,00%                 | 5,4                  | 160,1                       | 32,0                              | Rio Potengi                          | 108,4                     | 2                               |
|                         | ETE REGO MOLERO III                         | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 6.669              | 80,00%                 | 12,3                 | 360,1                       | 72,0                              | Não disponível na base               | 1,6                       | 2                               |
|                         | ETE AMARANTE - RN                           | LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATUREAÇÃO   | 5.187              | 80,00%                 | 9,5                  | 280,1                       | 56,0                              | Não disponível na base               | 1,6                       | 2                               |
| São Paulo do Potengi    | ETE São Paulo do Potengi                    | Sem informação  | 9.253              | 60,00%                 | 7,5                  | 499,7                       | 199,9                             | Rio Potengi                          | 0,0                       | Não avaliado                    |
| São Tomé                | ETE SÃO TOMÉ - RN                           | LAGOA FACULTATIVA   | 656                | 75,00%                 | 0,6                  | 35,4                        | 8,9                               | Rio Potengi                          | 57,7                      | 2                               |

A partir da análise dos dados acima, foi feito o balanço das cargas orgânicas oriundas dos esgotos domésticos da população das sedes dos municípios da BHRP, em relação às suas parcelas geradas, tratadas e lançadas no



ambiente, principalmente no solo e em corpos hídricos. Os resultados encontrados estão apresentados na Figura 4, com detalhamento dos dados na Tabela 2 a seguir.

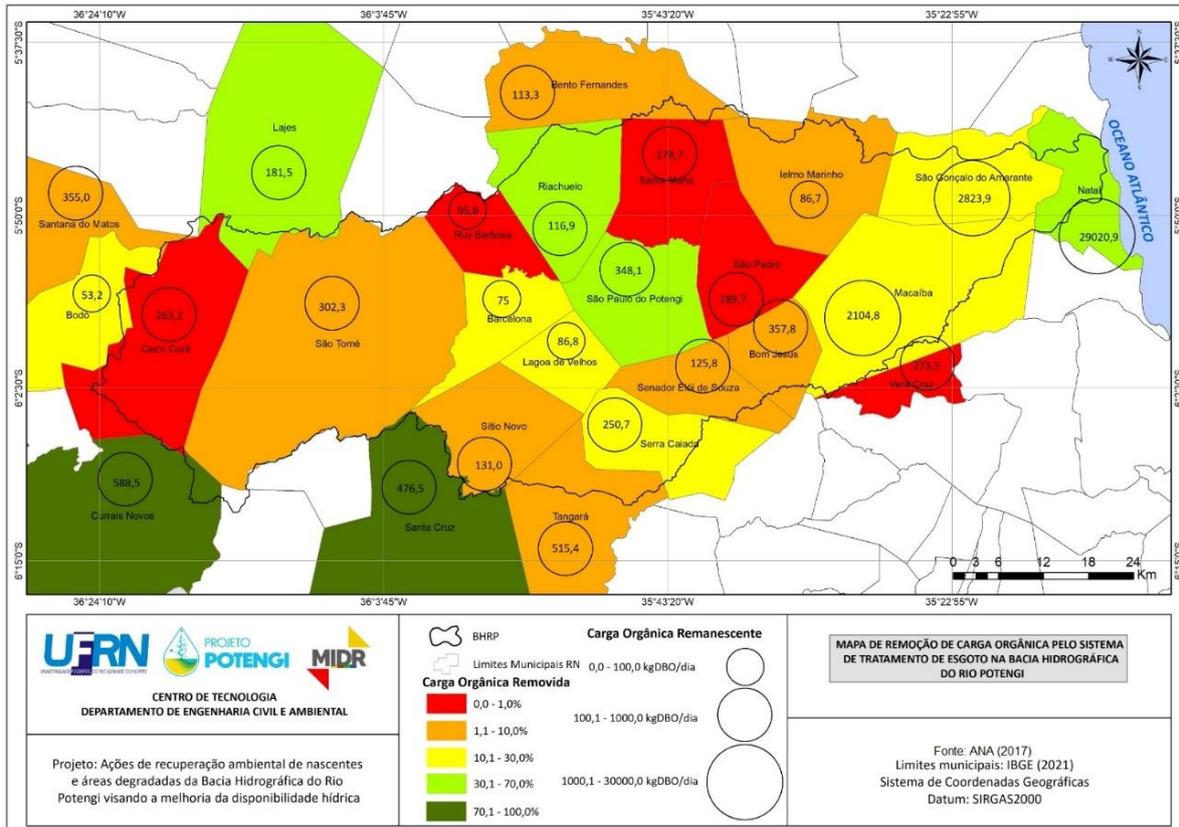


Figura 4: Balanço das cargas orgânicas produzidas, removidas e remanescentes (2013).

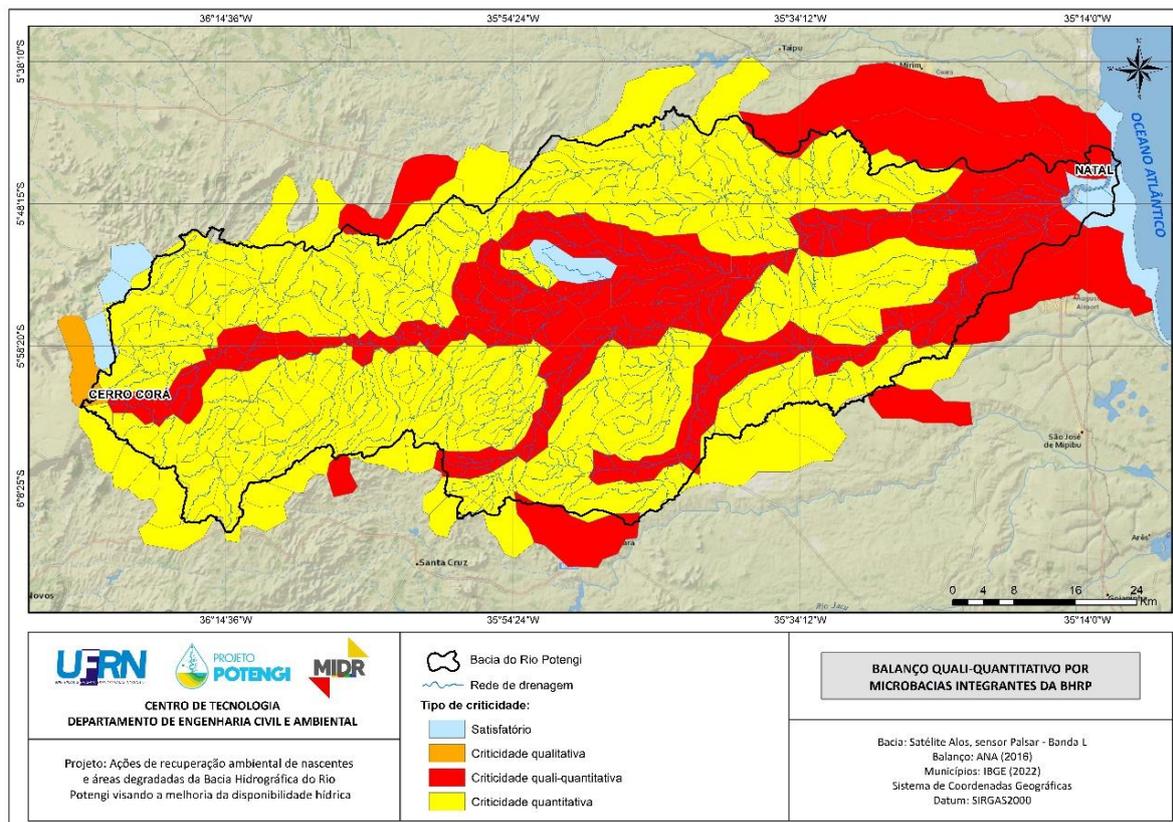
Tabela 2: Detalhamento do balanço das cargas orgânicas produzidas, removidas e remanescentes (2013).

| Município               | População (hab) (2013) | Carga orgânica total gerada (kg DBO/dia) (2013) | Distribuição da carga gerada (kg DBO/dia) (2013) |                    |                             |                             | Distribuição da carga tratada (kg DBO/dia) (2013) |                    | Distribuição da carga lançada (kg DBO/dia) (2013) |                    |                             |                             | Carga orgânica remanescente (kg DBO/dia) (2013) | Parcela de carga orgânica removida (%) (2013) |
|-------------------------|------------------------|---|--|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|--------------------|---|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|
|                         |                        |   | Com coleta e com tratamento                      | Solução Individual | Com coleta e sem tratamento | Sem coleta e sem tratamento | Tratamento por ETEs (solução coletiva)            | Solução individual | Com coleta e com tratamento                       | Solução Individual | Com coleta e sem tratamento | Sem coleta e sem tratamento |   |   |
| Barcelona               | 1.808                  | 97,6  | 0,0  | 37,7               | 0,4                         | 59,5                        | 0,0   | 22,6               | 0,0   | 15,1               | 0,4                         | 59,5                        | 75,0  | 23,2%   |
| Bento Fernandes         | 2.177                  | 117,6   | 0,0  | 7,0                | 0,7                         | 109,8                       | 0,0   | 4,2                | 0,0   | 2,8                | 0,7                         | 109,8                       | 113,3   | 3,7%  |
| Bodó                    | 1.386                  | 74,8  | 0,0  | 36,1               | 1,8                         | 37,0                        | 0,0   | 21,7               | 0,0   | 14,4               | 1,8                         | 37,0                        | 53,2  | 28,9%   |
| Bom Jesus               | 7.144                  | 385,8   | 0,0  | 46,6               | 3,2                         | 336,0                       | 0,0   | 28,0               | 0,0   | 18,6               | 3,2                         | 336,0                       | 357,8   | 7,3%  |
| Cerro Corá              | 4.905                  | 264,9   | 0,0  | 2,9                | 21,4                        | 240,6                       | 0,0   | 1,7                | 0,0   | 1,2                | 21,4                        | 240,6                       | 263,2   | 0,6%  |
| Currais Novos           | 39.439                 | 2.129,7   | 1.868,2  | 77,7               | 0,0                         | 183,8                       | 1.494,6   | 46,6               | 373,6   | 31,1               | 0,0                         | 183,8                       | 588,5   | 72,4%   |
| Ielmo Marinho           | 1.660                  | 89,6  | 0,0  | 4,9                | 19,0                        | 65,7                        | 0,0   | 2,9                | 0,0   | 2,0                | 19,0                        | 65,7                        | 86,7  | 3,2%  |
| Lagoa de Velhos         | 1.854                  | 100,1   | 0,0  | 22,1               | 0,8                         | 77,2                        | 0,0   | 13,3               | 0,0   | 8,8                | 0,8                         | 77,2                        | 86,8  | 13,3%   |
| Lajes                   | 8.531                  | 460,7   | 325,2  | 31,6               | 0,0                         | 103,9                       | 260,2   | 19,0               | 65,0  | 12,6               | 0,0                         | 103,9                       | 181,5   | 60,6%   |
| Macaíba                 | 46.363                 | 2.503,6   | 248,1  | 354,4              | 0,0                         | 1.901,1                     | 196,1   | 212,7              | 62,0  | 141,7              | 0,0                         | 1.901,1                     | 2.104,8   | 15,9%   |
| Natal                   | 853.928                | 46.112,1  | 10.431,3   | 14.242,1           | 3.897,4                     | 17.541,3                    | 8.546,0   | 8.545,2            | 1.885,3   | 5.696,9            | 3.897,4                     | 17.541,3                    | 29.020,9  | 37,1%   |
| Riachuelo               | 4.694                  | 253,5   | 226,9  | 0,7                | 0,0                         | 25,9                        | 136,2   | 0,4                | 90,7  | 0,3                | 0,0                         | 25,9                        | 116,9   | 53,9%   |
| Ruy Barbosa             | 1.781                  | 96,2  | 0,0  | 0,6                | 0,5                         | 95,1                        | 0,0   | 0,4                | 0,0   | 0,2                | 0,5                         | 95,1                        | 95,8  | 0,4%  |
| Santa Cruz              | 32.497                 | 1.646,9   | 1.449,3  | 18,3               | 0,0                         | 179,3                       | 1.159,4   | 11,0               | 289,9   | 7,3                | 0,0                         | 179,3                       | 476,5   | 71,1%   |
| Santa Maria             | 3.315                  | 179,0   | 0,0  | 0,5                | 3,1                         | 175,4                       | 0,0   | 0,3                | 0,0   | 0,2                | 3,1                         | 175,4                       | 178,7   | 0,2%  |
| Santana do Matos        | 6.835                  | 369,1   | 0,0  | 23,6               | 299,1                       | 46,5                        | 0,0   | 14,2               | 0,0   | 9,4                | 299,1                       | 46,5                        | 355,0   | 3,8%  |
| São Gonçalo do Amarante | 80.480                 | 4.001,3   | 840,3  | 842,2              | 0,0                         | 2.318,9                     | 672,2   | 505,3              | 168,1   | 336,9              | 0,0                         | 2.318,9                     | 2.823,9   | 29,4%   |
| São Paulo do Potengi    | 12.224                 | 660,1   | 499,7  | 20,4               | 0,0                         | 140,0                       | 299,8   | 12,2               | 199,9   | 8,2                | 0,0                         | 140,0                       | 348,1   | 47,3%   |
| São Pedro               | 3.528                  | 190,5   | 0,0  | 1,4                | 4,8                         | 184,3                       | 0,0   | 0,8                | 0,0   | 0,6                | 4,8                         | 184,3                       | 189,7   | 0,4%  |
| São Tomé                | 6.139                  | 331,5   | 35,4   | 4,6                | 32,4                        | 259,1                       | 26,5  | 2,7                | 8,9   | 1,9                | 32,4                        | 259,1                       | 302,3   | 8,8%  |
| Senador Elói de Souza   | 2.670                  | 138,8   | 0,0  | 21,6               | 2,1                         | 115,1                       | 0,0   | 13,0               | 0,0   | 8,6                | 2,1                         | 115,1                       | 125,8   | 9,4%  |
| Serra Caiada            | 5.766                  | 311,4   | 68,0   | 33,1               | 0,0                         | 210,3                       | 40,8  | 19,9               | 27,2  | 13,2               | 0,0                         | 210,3                       | 250,7   | 19,5%   |
| Sítio Novo              | 2.539                  | 137,1   | 0,0  | 10,2               | 0,7                         | 126,2                       | 0,0   | 6,1                | 0,0   | 4,1                | 0,7                         | 126,2                       | 131,0   | 4,4%  |
| Tangará                 | 10.421                 | 562,7   | 0,0  | 78,9               | 436,6                       | 47,2                        | 0,0   | 47,3               | 0,0   | 31,6               | 436,6                       | 47,2                        | 515,4   | 8,4%  |
| Vera Cruz               | 5.100                  | 275,4   | 0,0  | 3,1                | 11,7                        | 260,6                       | 0,0   | 1,9                | 0,0   | 1,2                | 11,7                        | 260,6                       | 275,5   | 0,7%  |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1.147.084</b>       | <b>61.490</b>                                   | <b>15.992</b>                                    | <b>15.922</b>      | <b>4.736</b>                | <b>24.840</b>               | <b>12.822</b>                                     | <b>9.553</b>       | <b>3.171</b>                                      | <b>6.369</b>       | <b>4.736</b>                | <b>24.840</b>               | <b>39.115</b>                                   | <b>36,4%</b>                                  |

Para avaliar o impacto do lançamento de esgotos nos corpos receptores, que são função da disponibilidade hídrica e dos requisitos de qualidade das águas, foi determinado o balanço hídrico qualitativo das microbacias da BHRP, apresentado na Figura 5 a seguir. O balanço quantitativo é a relação entre as demandas



consuntivas estimadas (vazões de retirada) e a disponibilidade hídrica. Já o balanço qualitativo considera a capacidade de assimilação de cargas orgânicas domésticas pelos corpos d'água. O balanço qualiquantitativo é uma análise integrada da criticidade sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo.



**Figura 5: Balanço hídrico qualiquantitativo das microbasins da BHRP.**

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

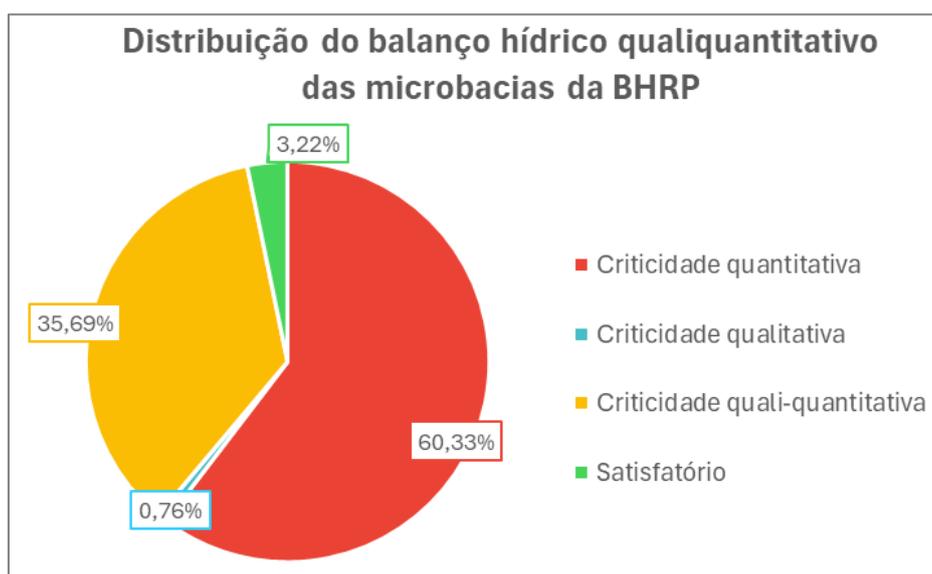
O panorama geral da coleta e do tratamento de esgotos apresentado anteriormente (Figura 2) mostra que pouco mais da metade da população urbana dos municípios da BHRP pode ser considerada provida com atendimento adequado à luz do PLANSAB, tendo em vista que 26,01% possuíam seu esgoto coletado e tratado e 25,89% utilizavam-se de solução individual. Para o restante da população, 7,70% tinham seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário, e 40,40% não possuíam coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento. Sendo assim, observa-se que, mesmo considerando apenas as sedes municipais, quase metade da população não era provida com atendimento adequado ou não era atendida, situação que apresenta criticidade muito maior nas zonas rurais desses municípios.

O esgoto não tratado é uma das principais fontes de poluição de corpos hídricos no Brasil. Além da qualidade da água, ele também compromete o equilíbrio ambiental e representa ameaça a seres vivos aquáticos (SNIS, 2022a), devido, em grande parte, às suas altas cargas orgânicas lançadas, que podem reduzir drasticamente os níveis de oxigênio dissolvido nas águas. Nesse contexto, observa-se que das 61,49 toneladas de DBO geradas diariamente pelos esgotos da população urbana dos municípios da BHRP, 39,12 toneladas de DBO (63,6%) chegam a alcançar os corpos hídricos.

Os municípios que lançam a maior quantidade de DBO no ambiente são Natal, São Gonçalo do Amarante e Macaíba, localizados no baixo curso da bacia, respondendo por 86,79% da carga remanescente, apesar da eficiência média de remoção da DBO entre 65 e 80% nas ETEs. Dessa forma, por serem municípios urbanizados

e muito populosos, a parcela de carga lançada ainda é muito alta, o que leva a inúmeros impactos negativos e consequente degradação do estuário do rio Potengi. Percebe-se, ainda, que os municípios com maiores percentuais de carga removida são Currais Novos, Santa Cruz e Lajes, cujos territórios se apresentam preponderantemente fora dos limites da BHRP, não afetando de forma direta os corpos hídricos da bacia.

Em relação ao balanço hídrico, observa-se que, em termos quantitativos, a BHRP apresenta uma condição crítica na maior parte de seu território (60,33%), havendo retirada de grandes vazões de água face à disponibilidade hídrica. Quanto à capacidade de assimilação de cargas orgânicas domésticas pelos corpos d'água, a bacia apresentou criticidade qualitativa em apenas 0,76% de sua extensão. A bacia também apresentou criticidade no balanço quali-quantitativo em 35,69% de sua área. A situação satisfatória só é observada em 3,22% de sua área. Esses valores estão apresentados no gráfico da Figura 6 abaixo.



**Figura 6: Distribuição do balanço hídrico quali-quantitativo das microbacias da BHRP.**

Diante deste contexto, é indispensável a atividade de gerenciamento, exigindo a realização de investimentos no setor, de modo a garantir o uso sustentável dos recursos hídricos. Além disso, ressalta-se que ainda que a coleta e o tratamento de esgotos sejam capazes de mitigar impactos na saúde pública e nos recursos hídricos, não podem prescindir de uma avaliação da capacidade de diluição dos respectivos corpos receptores e da necessidade de compatibilização com a qualidade requerida para a manutenção dos diversos usos da água presentes nesses corpos hídricos (ANA, 2017a).

## 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.



Para o alcance da universalização do esgotamento sanitário, componente essencial do saneamento básico, é necessário focar no pleno atendimento de seus serviços, incluindo coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos efluentes sanitários, não apenas nas sedes municipais, mas principalmente nas zonas rurais e áreas especiais, onde ocorrem os maiores déficits de atendimento.

Nesse contexto, sabe-se que a bacia em estudo enfrenta desafios significativos relacionados ao esgotamento sanitário, devido, principalmente, à ausência de infraestrutura adequada em grande parte de seus municípios, resultando em altos valores de cargas orgânicas remanescentes lançadas no solo e/ou em corpos hídricos, trazendo conseqüente degradação ambiental e riscos para a saúde pública.

Sendo assim, destaca-se a urgente necessidade de investimentos em infraestrutura de esgotamento sanitário na região, através de sistemas de coleta e tratamento eficazes, além da disposição dos efluentes tratados de forma ambientalmente sustentável, tanto nas áreas urbanas como nas rurais e especiais. Para isso, se faz necessária a integração de estratégias técnicas, ambientais e sociais, além da adoção de políticas públicas que priorizem o saneamento básico como um direito humano essencial e uma condição para o desenvolvimento sustentável, sendo imprescindível para alcançar a universalização do saneamento na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgotos: Despoluição das Bacias Hidrográficas. Mapa interativo.** ANA, 2017c.
2. \_\_\_\_\_. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas.** Brasília: 2017a. 88 p.
3. \_\_\_\_\_. **Balanco Hídrico Quali-Quantitativo.** Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 2013.
4. \_\_\_\_\_. **Catálogo de Metadados da ANA: Balanco Hídrico Quali-Quantitativo.** 2016.
5. \_\_\_\_\_. Microsoft Power BI - Atlas Esgotos: Despoluição das Bacias Hidrográficas. **Dados por município.** Ano de referência: 2013. ANA, 2017b.
6. 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.
7. FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento.** 5.ed. Brasília: 2019. 545 p.
8. 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.
9. \_\_\_\_\_. **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.
10. \_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.** 2017.
11. MDR. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Secretaria Nacional de Saneamento. **PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico: Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania.** Brasília, 2019.
12. SEMARH. Secretaria de Estado de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos.** 1998.
13. 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.
14. SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico Temático. Serviços de Água e Esgotos. Visão Geral: ano de referência 2021.** Brasília, 2022a. 92 p.
15. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Série Histórica. Água e Esgotos. Informações e indicadores desagregados.** Ano de referência: 2021. Brasília, 2022b. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 11 mai. 2023.