



## IV - 01 - GESTÃO INTEGRADA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI

### **Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa<sup>(1)</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.

### **Bárbara Hillary de Almeida Pinto<sup>(2)</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.

### **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.

### **Paulo Eduardo Vieira Cunha<sup>(4)</sup>**

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

### **Carlos Wilmer Costa<sup>(5)</sup>**

Geógrafo pela Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá (FEPI). Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova - Natal - RN - CEP: 59078-970 - Brasil - Tel: (84) 99992-7805 - e-mail: matheusnatancivil@gmail.com

## **RESUMO**

A gestão da drenagem urbana no Brasil é um desafio crucial no contexto do saneamento básico, com o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) desempenhando um papel fundamental. Este estudo foca no diagnóstico da infraestrutura de drenagem urbana e manejo de águas pluviais nos 25 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP). Ao identificar avanços, lacunas e desafios no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o objetivo é avaliar a realidade regional para identificar áreas prioritárias que necessitam de intervenção, subsidiando a adoção de práticas eficazes e embasando decisões estratégicas dos gestores públicos e stakeholders. Adotando uma abordagem qualitativa e quantitativa, o estudo coleta, sistematiza e analisa dados secundários de instituições federais, estaduais e municipais, além de diagnósticos técnicos. A metodologia inclui a análise de dados pluviométricos, caracterização da rede de drenagem urbana, revisão de planos diretores municipais e identificação de áreas críticas afetadas por inundações. Os resultados indicam que os municípios mais atingidos por alagamentos e processos erosivos são os mais urbanizados, com a maioria dos municípios da bacia apresentando sistemas de drenagem inadequados. A taxa média de pavimentação é de 50,03%, correspondendo a 2.096,46 km de vias urbanas pavimentadas. Deve-se adotar um modelo de gestão integrada de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, implementando medidas estruturais e não estruturais, revisando e atualizando os planos diretores municipais, e promovendo campanhas de educação ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem urbana; Águas pluviais; Bacia Hidrográfica do Rio Potengi; Planejamento territorial; Inundações urbanas.

## **INTRODUÇÃO**

As águas pluviais (chuva) escoam na superfície por caminhos naturais, definidos pelo relevo das bacias hidrográficas. Nas cidades, a alteração dos ambientes naturais interfere no ciclo da água e no processo natural



de drenagem, demandando intervenções para minimizar os impactos de eventos hidrológicos, especialmente os de grande porte. Essas intervenções são conhecidas como medidas de controle, compostas por ações estruturais (intervenções físicas) e estruturantes (diretrizes, normas legais, fiscalização e educação).

A gestão da drenagem urbana no Brasil é um desafio essencial, especialmente no contexto do saneamento básico. Com diversas abordagens teórico-metodológicas, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) desempenha um papel fundamental ao orientar políticas e servir como referência para planos locais. Para promover uma drenagem urbana eficaz, é essencial explorar os princípios delineados no Plansab, superando obstáculos como a escassez de dados confiáveis e recursos técnicos.

A universalização do acesso ao saneamento básico é uma meta primordial para garantir saúde e qualidade de vida para todos os brasileiros. O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) desempenha um papel crucial nesse sentido, abrangendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e resíduos sólidos. Com uma perspectiva de planejamento de longo prazo, o PMSB busca a universalização dos serviços e a melhoria das condições sanitárias e ambientais das comunidades urbanas. Além disso, o plano considera os desafios específicos que surgem com a urbanização crescente.

É natural que em perímetro urbano, à medida que a cidade cresce, aumente-se a impermeabilização da superfície através da construção de casas, calçadas, pavimentação de ruas, ampliando-se, conseqüentemente, o escoamento superficial e, com isso, os casos de alagamentos e inundações.

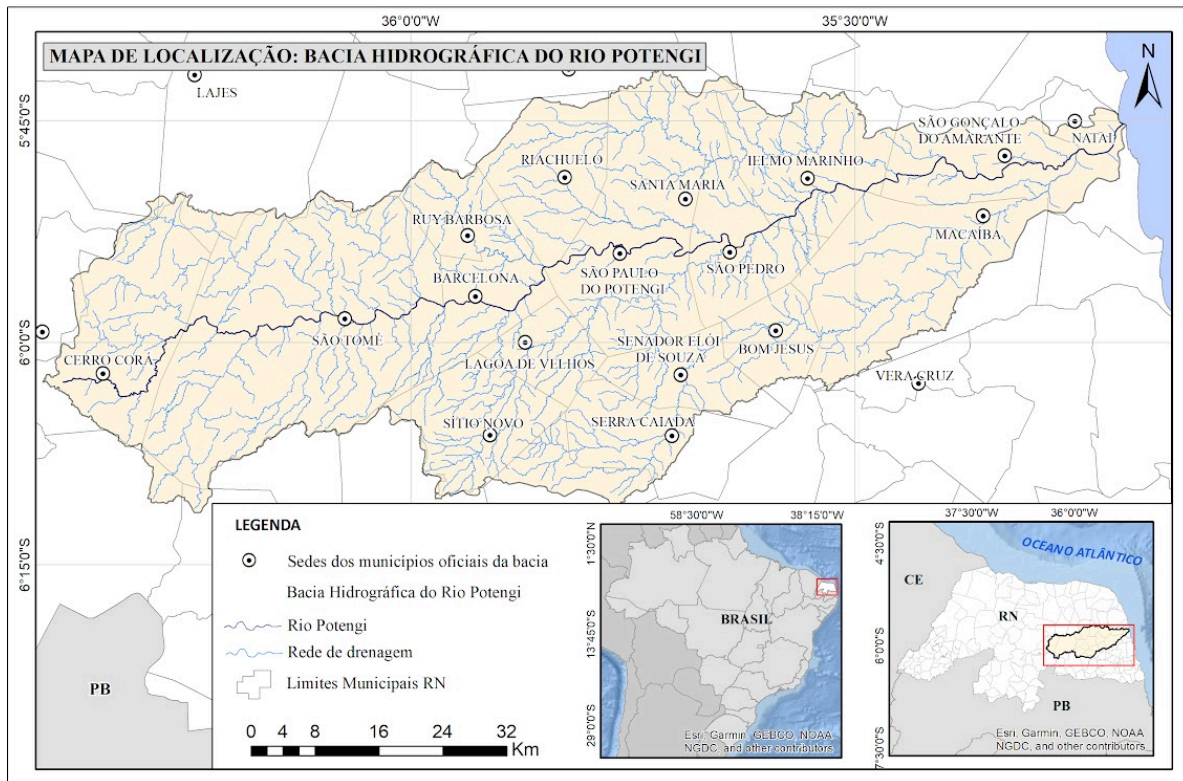
Neste caso, também é possível verificar o desmatamento e limpeza da vegetação que protege a superfície do solo urbano, o que provoca o carreamento de material sólido dos quintais para os pontos baixos da cidade e leitos de córregos e rios existentes.

Com a expansão da cidade, a população urbana aumenta, gerando ocupação desordenada, produção de resíduos, surgimento de bolsões de lixo ou disposição a céu aberto (lixão) e problemas de limpeza urbana, especialmente para o manejo de águas pluviais. A ocupação desordenada das áreas urbanas resulta em inundações e desabrigamento de pessoas que vivem em áreas impróprias, devido ao aumento do escoamento superficial. A ocupação territorial urbana, sem o devido planejamento integrado das diversas infraestruturas necessárias ao desenvolvimento harmônico da cidade, desencadeia problemas de drenagem durante eventos hidrológicos, afetando principalmente as áreas próximas aos cursos de água (RIGHETTO, 2009).

Os dados do Censo Demográfico do IBGE (2010) revelaram que ocorreu um intenso processo de urbanização nas últimas décadas no Brasil, bem como no estado do Rio Grande do Norte, o qual apresenta 77,81% de sua população residente em áreas urbanas. Este crescimento urbano traz consigo a necessidade de um planejamento eficiente em diversas áreas, especialmente no que tange ao saneamento básico.

A investigação do planejamento do saneamento básico na Bacia Hidrográfica do Rio Potengi é essencial devido à sua importância histórica e econômica para o estado do Rio Grande do Norte. O rio desempenha um papel central em atividades culturais e econômicas, mas enfrenta desafios significativos com alterações em seus atributos naturais. Embora muitos municípios já tenham elaborado seus planos de saneamento básico, há uma necessidade de um planejamento integrado e aprofundado.

A BHRP, ocupando cerca de 7,7% do território do Rio Grande do Norte e abrigando aproximadamente 38% da população do estado, é o foco deste estudo (Figura 1). Originado de um projeto de recuperação ambiental dos 25 municípios inseridos na bacia, com uma população total estimada em 2021 de 1.322.902 habitantes, segundo o IBGE (2021), financiado pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional.



**Figura 1: Mapa de Localização da bacia estudada.**

Ao mapear a bacia do Potengi, percebe-se que grande parte de seus tributários são temporários e intermitentes devido ao baixo volume de chuvas na porção interiorana do estado, tipicamente semiárida, principalmente no Médio Curso. Todavia, ao aproximar-se da zona costeira, na direção leste do estado, o rio passa a ser perene devido ao maior regime de chuvas e ao substrato sedimentar saturado, que favorece o afloramento do lençol freático.

Para Zandonadi e Pascoalino (2012), o conhecimento da distribuição espacial pluviométrica é um fator preponderante na governança referente à relação entre disponibilidade e demanda de recursos hídricos, especialmente nas esferas locais ou regionais. A verificação da distribuição da precipitação é possível através das 18 estações fluviométricas instaladas no perímetro da bacia hidrográfica.

Como pode ser observado no mapa de distribuição espacial da precipitação através das isoietas, a distribuição pluviométrica na bacia hidrográfica variou em seis porções heterogêneas (Figura 2). Na região oeste da bacia, os índices de precipitação variaram de 500 mm a 600 mm, sendo maior na região da nascente do rio Potengi, localizada no Planalto da Borborema. No Médio Curso da bacia, depressão sertaneja, a precipitação diminuiu, variando de 300 mm a 500 mm. Na porção leste, em direção ao baixo curso da bacia hidrográfica, é perceptível o aumento da incidência de chuvas, com índices variando de 587 mm a 1.700 mm, sendo este último registrado em Natal, onde se encontra a foz da BHRP. Essa disparidade na distribuição espacial das chuvas é influenciada não apenas pelos tipos climáticos e sistemas sinóticos, mas também pelo relevo de cada localidade.

O presente trabalho destaca a importância da infraestrutura de abastecimento de água como componente essencial do saneamento básico, focando no diagnóstico da infraestrutura de drenagem urbana e manejo de águas pluviais nos 25 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP). Dessa forma, pretende-se subsidiar a adoção de práticas eficazes e embasar decisões estratégicas dos gestores públicos e stakeholders envolvidos no saneamento. Através de políticas públicas e investimentos direcionados ao aprimoramento dos sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais existentes, o objetivo é universalizar o acesso a esses



serviços com segurança, qualidade, regularidade e custo acessível, além de assegurar a sustentabilidade ambiental dos recursos hídricos. Consequentemente, busca-se melhorar as condições de vida e saúde da população local.

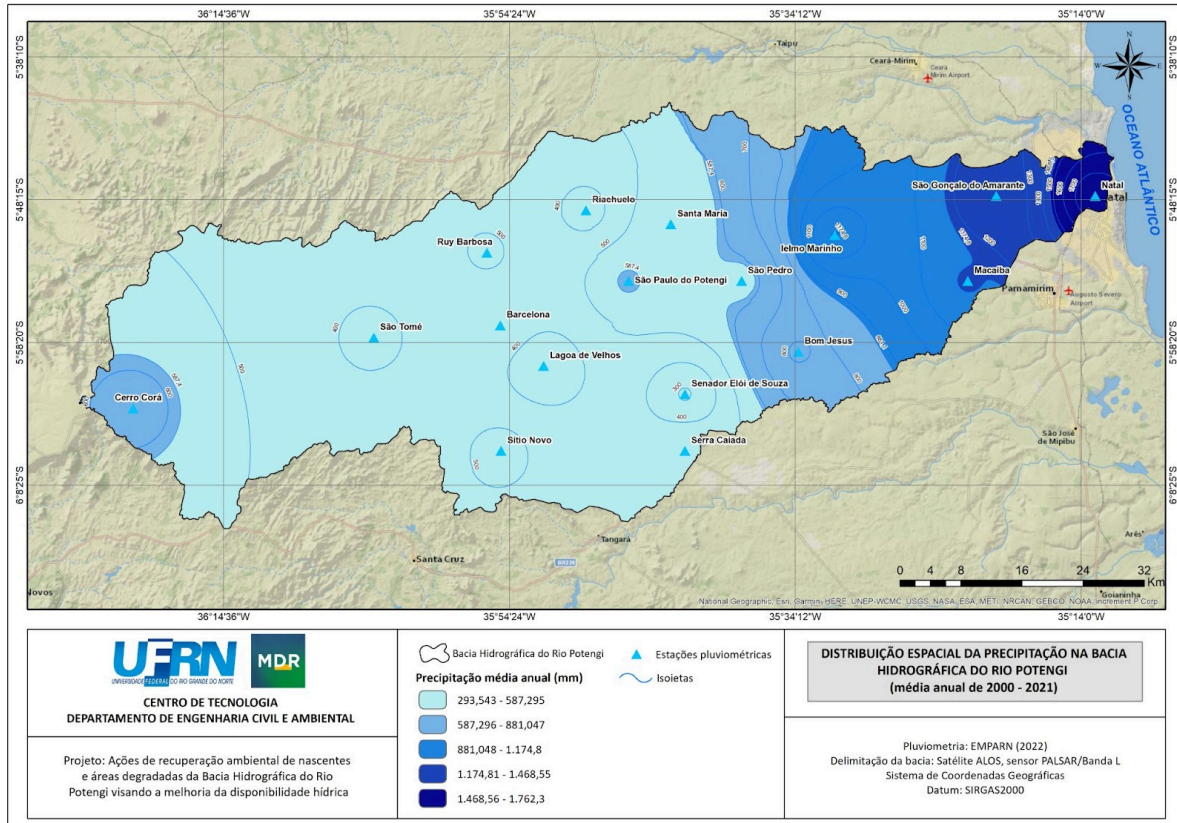


Figura 2: Distribuição espacial da precipitação na BHRP.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, através da coleta, sistematização e análise de dados secundários 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 drenagem urbana que atendem aos municípios da BHRP, especificamente quanto inclui a análise de dados pluviométricos, caracterização da rede de drenagem urbana existente, revisão de planos diretores municipais, e identificação de áreas críticas afetadas por eventos de inundações. Também são consideradas as práticas de ocupação territorial e a eficácia de medidas já implementadas para o controle de escoamento superficial.

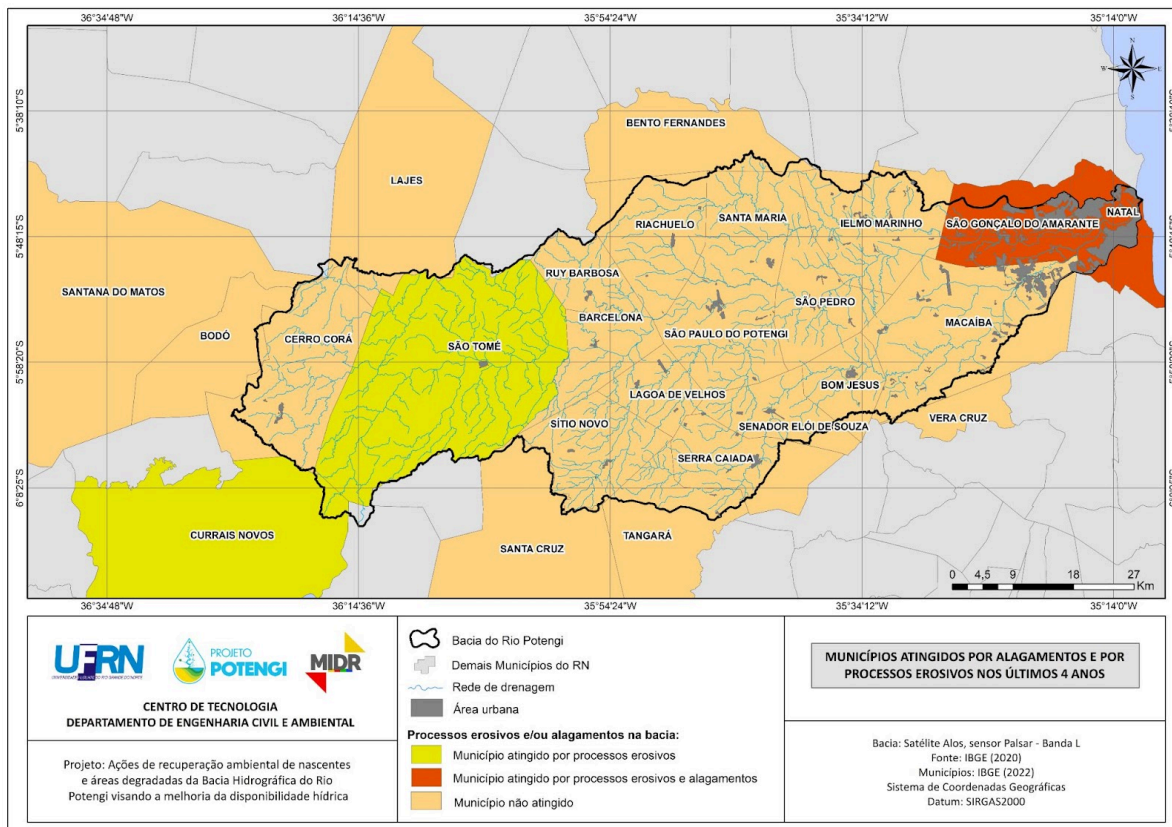
A partir da síntese dos dados, foram produzidos gráficos, mapas temáticos e tabelas, auxiliando em análises específicas para cada caso identificando e fornecendo subsídio para a proposição de soluções que garantam a equidade, a integralidade, a intersetorialidade, a sustentabilidade dos serviços implantados, e a participação e o controle social.

Nesse sentido, 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, Lagoa 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.



## RESULTADOS

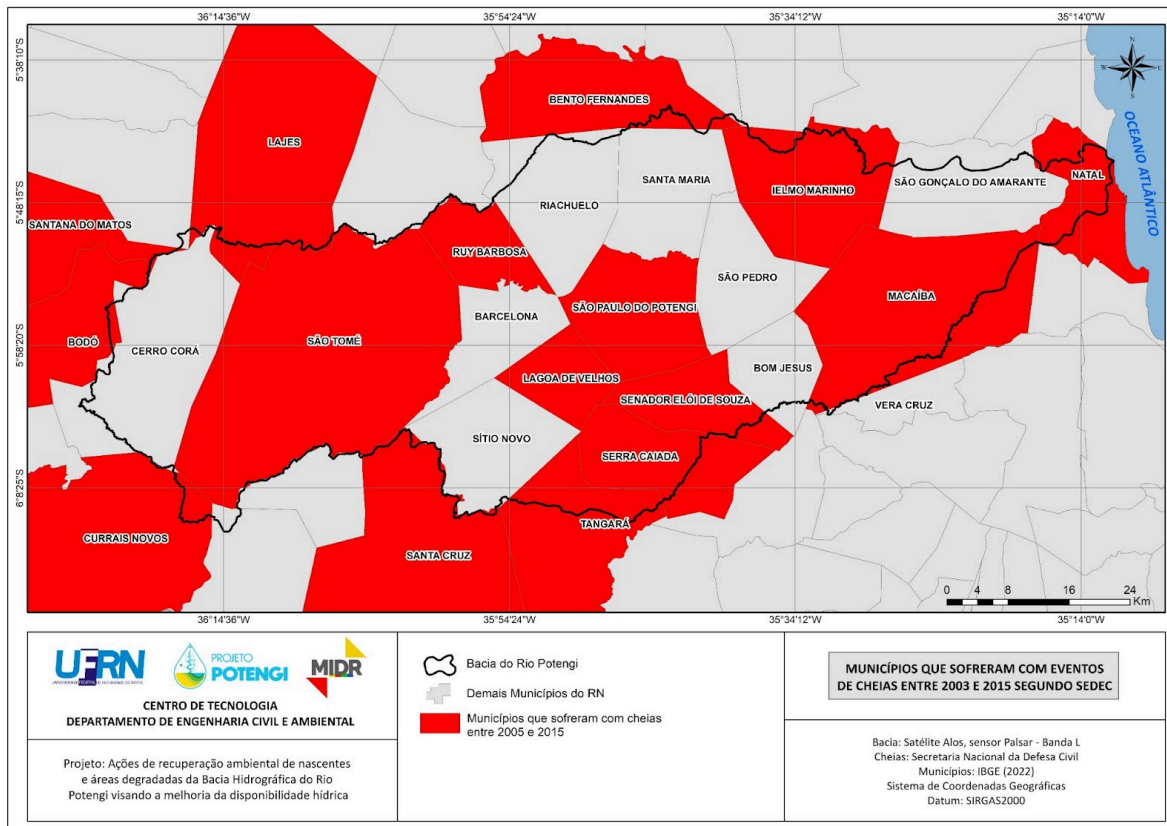
Na Figura 3, estão elencados os municípios atingidos por alagamentos e/ou processos erosivos em suas áreas urbanas no período de 2016 a 2020. E na Figura 4 estão representados os municípios que relataram eventos de cheias entre os anos de 2003 e 2015.



**Figura 3: Municípios atingidos por processos erosivos e/ou alagamentos entre 2016 e 2020.**

Observa-se então que as áreas mais críticas são as mais urbanizadas, a exemplo de Natal e São Gonçalo do Amarante. Tucci et al. (2007) destacam que as inundações são decorrentes da urbanização e das modificações no uso do solo e podem provocar danos de grandes proporções. De acordo com o SNIS (2021), a ocorrência de enxurradas, inundações ou alagamentos causam, na maioria das vezes, impactos diretos na vida da população como os prejuízos ao patrimônio público e privado, a transmissão de doenças associadas às águas pluviais, o comprometimento da mobilidade urbana e até mesmo, a perda de vidas humanas.

O mapa da Figura 5 abaixo ilustra essa situação, apresentando algumas ocupações irregulares críticas que se dão em áreas de proteção permanente (APP), em faixas marginais dos cursos d'água naturais da bacia em análise, promovendo um aumento do potencial de vulnerabilidade à erosão e consequente degradação dessas áreas.



**Figura 4: Indicação dos municípios que sofreram com eventos de cheias entre os anos de 2003 e 2015.**

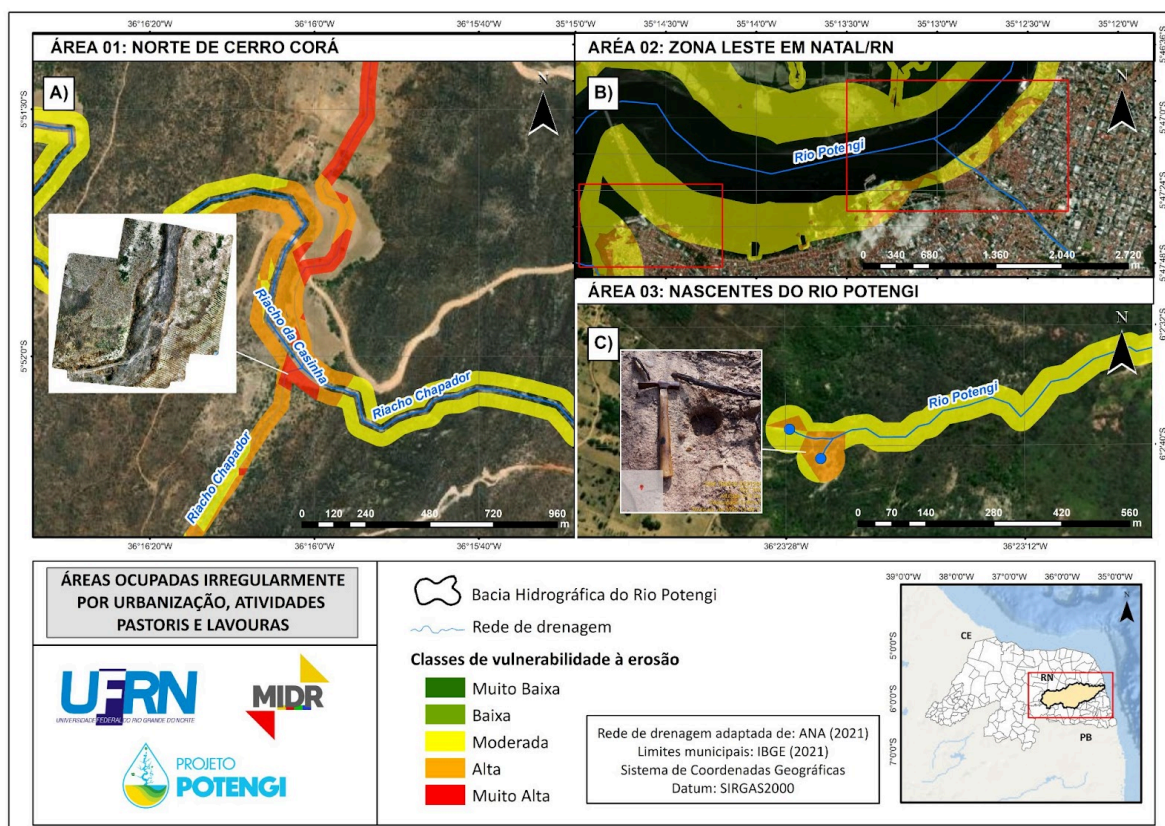
Percebem-se ocupações associadas ao desenvolvimento de atividades pastoris e lavouras, bem como à urbanização oriunda de expansão desordenada, como mostrado na área 02 da Figura 5, ocorrendo na zona leste de Natal.

Tradicionalmente, para adequar o volume de chuva precipitado e escoado pela superfície às necessidades da cidade, são consideradas medidas de controle estruturais, dentre as quais estão inclusos os subsistemas de macrodrenagem e de microdrenagem, que são planejados e projetados com critérios diferenciados. O sistema de macrodrenagem é formado pelos fundos de vales, por rios e córregos que recebem o volume das águas que não se infiltram nos solos impermeabilizados e não evaporam no processo de “lavagem” feito pelas precipitações e ações humanas.

Composto por galerias de grande porte, canais e rios canalizados, o sistema de macrodrenagem compreende a rede de drenagem natural, existente antes da ocupação. Portanto, são obras de retificação ou de embutimento de corpos aquáticos, são de grande vulto, dimensionadas para grandes vazões e com maiores velocidades de escoamento. O sistema de microdrenagem, por sua vez, conduz as águas das chuvas, de lavagem de calçadas, praças, feiras, garagens, carros e mais uma série de atividades comerciais e industriais das “vassouras hidráulicas” que fazem essas águas circularem pelas ruas e meios fios urbanos na drenagem superficial. Ele é composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de águas pluviais e canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de águas pluviais cuja ocorrência tem um período de retorno de 02, 05 ou até 10 anos. Quando bem projetado, elimina praticamente os alagamentos na área urbana, evitando as interferências entre as enxurradas e o tráfego de pedestres e de veículos, e danos às propriedades. Segundo o SNIS (2021), o sistema de drenagem compreende a totalidade das estruturas projetadas para promover o esgotamento das águas pluviais.

Desse modo, para análise dos sistemas implantados na área urbana dos municípios, a partir de elementos de macrodrenagem e microdrenagem existentes, utilizaram-se dados do SNIS para o ano de referência de 2021.

No entanto, parcela significativa dos municípios da área de estudo (Barcelona, Bento Fernandes, Bom Jesus, Ielmo Marinho, Riachuelo, Santana dos Matos, São Paulo do Potengi, São Pedro e São Tomé) não responderam ao questionário do SNIS e, portanto, encontram-se inadimplentes para Águas Pluviais em 2021. Para alguns municípios, algumas das informações foram obtidas a partir de seus Planos Municipais de Saneamento (casos de Riachuelo e São Tomé). Para o município de Bom Jesus, utilizaram-se os dados do SNIS para o ano de referência de 2020.



**Figura 5: Indicação de algumas áreas ocupadas irregularmente, em faixas marginais de cursos d’água naturais da BHRP, por urbanização, atividades pastoris e lavouras.**

Diante do apresentado na Tabela 1, percebe-se que a maioria dos municípios da bacia em estudo não apresentam sistemas e/ou elementos de drenagem voltados para a captação, transporte, superficial ou subterrâneo, e/ou armazenamento e disposição final das águas superficiais que escoam pelas vias públicas. De toda forma, quanto à taxa de pavimentação dos municípios, a partir dos dados fornecidos pelo SNIS, constata-se um valor médio de 50,03%, correspondendo a 2.096,46 km pavimentados de vias urbanas.

Esse valor é considerado distante do valor ideal, sendo necessário prever investimentos no que se refere à pavimentação e sistemas de drenagem das vias. Ressalta-se que, para cálculo da média, não foram considerados os percentuais de Riachuelo e São Tomé. Por fim, destaca-se que os municípios de Bodó e Cerro Corá apresentaram taxas de pavimentação de 100%, o que é bastante positivo por se tratar de localidades situadas no alto curso da bacia.

No processo de urbanização, é normal acontecer também a ocupação desordenada de áreas impróprias, o que futuramente trará problemas para as pessoas e para o poder público nos períodos de chuvas, oriundos da ocorrência de alagamentos e inundações desses espaços físicos, conforme já citado.



Logo, o planejamento da drenagem urbana deve priorizar medidas de convivência com o regime hídrico, através de medidas estruturais e não estruturais para que a cidade possa se adaptar à dinâmica hídrica. A ausência de planejamento urbano, a excessiva impermeabilização do solo urbano, a inexistência de sistemas adequados para a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas (utilizando conceitos de drenagem sustentável) e a falta de manutenção dos sistemas existentes são alguns dos fatores que requerem uma atuação mais efetiva dos gestores públicos, com vistas à minimização dos riscos associados aos eventos hidrológicos em áreas urbanas (SNIS, 2021).

**Tabela 1: Descrição do sistema de drenagem urbana de cada município da BHRP.**

Município	Tipo de sistema de drenagem urbana	Vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (%)	Quantidade de bocas de lobo	Quantidade de bocas de lobo múltiplas	Quantidade de poços de visita	Vias públicas urbanas com canais subterrâneos (%)	Vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural (%)	Vias públicas urbanas com canais artificiais abertos	Parques lineares em áreas urbanas
Barcelona	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bento Fernandes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodó	Outro	100,00%	4	2	0	12,31%	0,00%	-	Não
Bom Jesus	Exclusivo	50,00%	10	0	6	1,50%	0,00%	Não	Não
Cerro Corá	Exclusivo	17,86%	15	0	0	0,60%	0,00%	Sim	Não
Currais Novos	Outro	89,86%	0	0	0	35,73%	0,00%	-	Não
Ielmo Marinho	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagoa de Velhos	Não existe	40,00%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
Lajes	Não existe	97,68%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
Macaíba	Exclusivo	72,06%	42	4	22	2,94%	0,00%	Sim	Não
Natal	Exclusivo	7,00%	26631	1000	1500	1,46%	0,07%	Sim	Não
Riachuelo	-	68,77%	-	-	-	-	-	-	-
Ruy Barcelona	Não existe	75,00%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
Santa Cruz	Exclusivo	64,30%	30	0	7	0,69%	0,00%	Sim	Não
Santa Maria	Não existe	78,75%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
Santana do Matos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Amarante	Exclusivo	73,08%	300	50	75	2,31%	0,38%	Sim	Não
São Paulo do Potengi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Pedro	Não existe	68,09%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
São Tomé	-	75,00%	-	-	-	-	-	-	-
Senador Elói de Souza	Não existe	58,33%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
Serra Caiada	Outro	100,00%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
Sítio Novo	Combinado	53,33%	8	2	12	13,33%	0,00%	-	Não
Tangará	Exclusivo	87,50%	50	0	5	7,50%	0,00%	-	Não
Vera Cruz	Não existe	63,90%	0	0	0	0,00%	0,00%	-	Não
<b>MÉDIA</b>	-	<b>74,47%</b>	<b>1505</b>	<b>59</b>	<b>91</b>	<b>4,35%</b>	<b>0,03%</b>	-	-

A análise dos resultados destaca a relação entre a gestão deficiente de águas pluviais e as inundações urbanas, ressaltando a importância de medidas preventivas e corretivas. Uma abordagem integrada, combinando



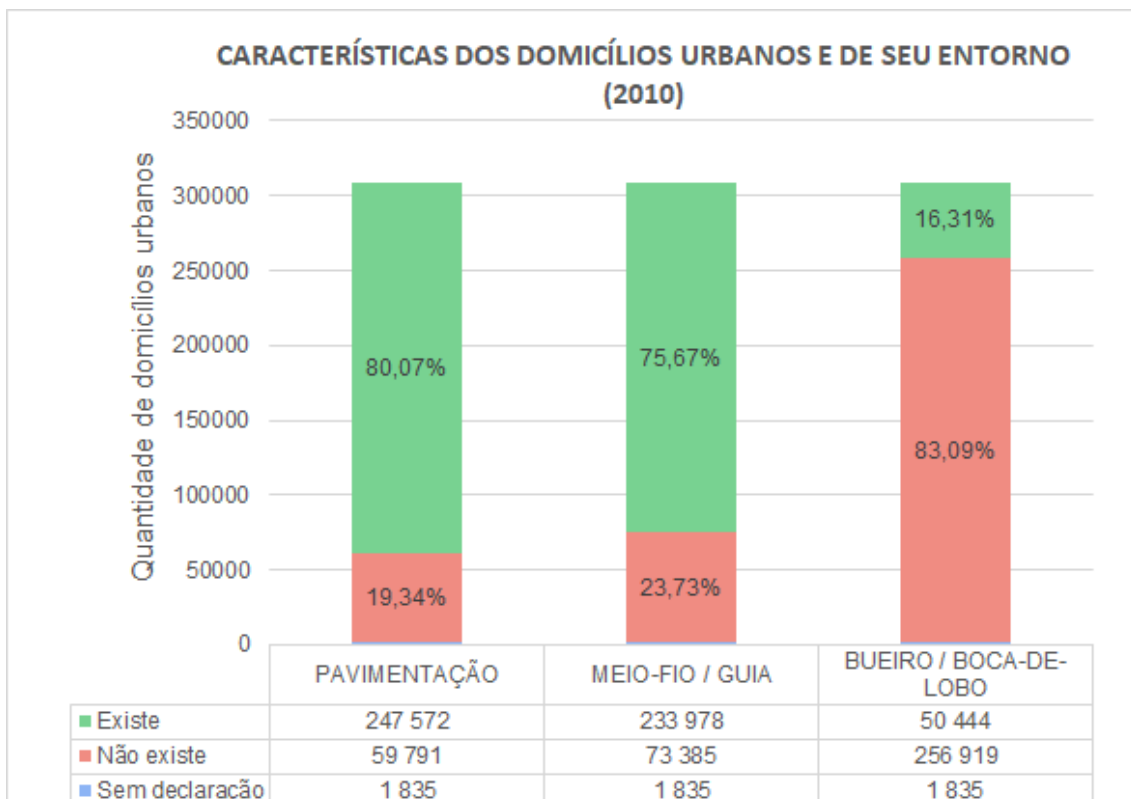
soluções técnicas com políticas de desenvolvimento urbano e educação ambiental, é crucial nesse contexto. Os municípios com infraestrutura mais desenvolvida tendem a ser aqueles com maiores populações.

Apesar disso, observa-se que em praticamente todos os municípios, mesmo que não haja sistema de drenagem implantado, existe a pavimentação de grande parte de suas vias públicas, com a existência de meios-fios ou guias, o que é evidenciado a partir do gráfico mostrado na Figura 6.

Em relação aos sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas, vale destacar que são classificados em três diferentes categorias, segundo o SNIS: o exclusivo para drenagem de águas pluviais (separador absoluto), o unitário (misto com esgotamento sanitário) e o combinado. O primeiro é formado por estruturas que escoam, exclusivamente, águas pluviais. O segundo transporta águas pluviais e cargas de esgotos urbanos. O sistema combinado, por sua vez, é caracterizado quando há uma combinação dos dois tipos de sistemas (exclusivo e unitário), onde cada tipo de configuração predomina em algum trecho da rede (SNIS, 2021).

Observa-se que, para os municípios da BHRP que apresentam algum sistema de drenagem, predomina o tipo exclusivo. No entanto, sabe-se que, mesmo nos casos em que se utiliza sistema exclusivo, existem residências que destinam, de forma clandestina, as águas cinzas às sarjetas das ruas, as quais podem ficar acumuladas nos logradouros e/ou escoar a céu aberto, de acordo com a topografia local, sendo conduzidas aos corpos hídricos superficiais, o que promove a poluição do solo e de corpos hídricos no interior da bacia. Além disso, os acúmulos de esgotos a céu aberto provocam incômodos à população, causando maus odores e possibilidade de proliferação de vetores transmissores de doenças, bem como comprometem as condições de salubridade das vias públicas e a finalidade dos elementos da microdrenagem.

Nesse contexto, vale destacar que os resíduos sólidos também são muitas vezes considerados uma ameaça potencial ao sistema de drenagem, uma vez que pode existir quantidades consideráveis de lixo disposto nas vias públicas, o qual, em época de chuvas, pode ser carregado para os elementos de drenagem. Essa situação provoca a obstrução do fluxo de água e, conseqüentemente, agrava os alagamentos localizados, já que constitui ameaça potencial para o acúmulo de efluentes nas ruas.





**Figura 6: Características do entorno dos domicílios urbanos dos municípios da BHRP, quanto à existência de pavimentação, meios-fios e bocas-de-lobo (2010).**

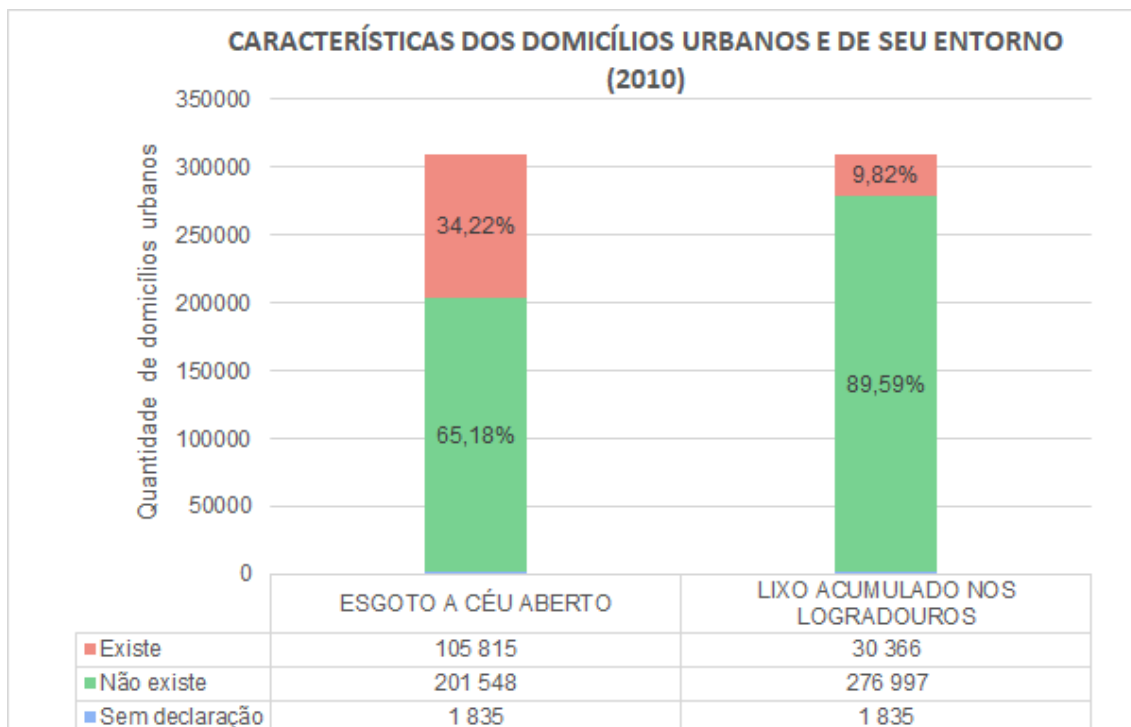
De acordo com o gráfico apresentado na Figura 7, percebe-se que parte dos domicílios urbanos da bacia em estudo apresentam esgoto a céu aberto em seu entorno, bem como a presença de resíduos sólidos acumulados nos logradouros, conforme mostrado na Figura 8. Apesar de essa situação não ser encontrada para a maioria dos domicílios, os problemas resultantes delas transcendem o seu entorno.

No entanto, conforme apontado por Rodrigues et al. (2018), os desafios na infraestrutura e na legislação relacionada ao manejo de águas pluviais urbanas podem ser subestimados, intensificando a gravidade da situação. O impacto de enchentes, inundações e alagamentos nas comunidades é significativo, acarretando prejuízos ao patrimônio, propagação de doenças, problemas de mobilidade urbana e perdas humanas, como destacado pelo SNIS (2021).

A falta de planejamento urbano, o excesso de impermeabilização do solo, a carência de sistemas adequados de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, além da negligência na manutenção dos sistemas existentes, exigem uma resposta mais eficaz por parte dos gestores públicos para mitigar os riscos associados aos eventos hidrológicos em áreas urbanas.

Existem três categorias principais de sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas: exclusivo para águas pluviais, unitário (que combina águas pluviais e esgotos sanitários) e combinado. Na Bacia Hidrográfica do Rio Potengi, o sistema predominante é o exclusivo. Mesmo nos sistemas exclusivos, alguns domicílios clandestinamente despejam águas cinzas nas sarjetas das ruas, provocando poluição do solo e dos recursos hídricos. Ademais, resíduos sólidos podem obstruir o fluxo de água nos sistemas de drenagem, aumentando o risco de alagamentos.

A presença de resíduos sólidos e esgotos no sistema de drenagem urbana está intimamente ligada a fatores socioambientais e ao nível de conscientização ambiental da população. Portanto, é crucial implementar iniciativas de educação ambiental e identificar áreas de risco associadas à drenagem para minimizar os impactos na saúde pública e no meio ambiente.



**Figura 7: Características do entorno dos domicílios urbanos dos municípios da BHRP.**



**Figura 8: A) Lançamento de águas residuárias em sarjeta no município de Serra Caiada/RN. B) Presença de resíduos no sistema de drenagem de Bodós.**

Alguns domicílios urbanos na bacia apresentam esgoto a céu aberto e acumulação de resíduos sólidos, resultando em poluição e riscos à saúde pública. Em resumo, a gestão eficaz das águas pluviais requer uma abordagem abrangente que integre medidas técnicas, políticas urbanas e educação ambiental, visando proteger tanto a população quanto o meio ambiente.

## CONCLUSÕES

Portanto é crucial adotar um modelo de gestão integrada de drenagem urbana e manejo de águas pluviais que leve em consideração as particularidades da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi. Para isso, é recomendável a implementação de medidas tanto estruturais quanto não estruturais, a revisão e atualização dos planos diretores municipais para incluir diretrizes de manejo de águas pluviais, e a promoção de campanhas de educação ambiental direcionadas à comunidade.

Visando à universalização do serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais na região, propõe-se a implementação de projetos que abordem as deficiências existentes no atendimento e que permitam a ampliação e implantação de sistemas de drenagem superficial nos municípios da BHRP.

Assim, deve-se reconhecer que alguns municípios da BHRP enfrentam problemas relacionados à inexistência ou inadequação dos sistemas de drenagem. Portanto, é essencial definir ações que abordem as intervenções necessárias para a melhoria desses sistemas e garantam um manejo adequado das águas pluviais.

Para cada município da BHRP, sugerem-se ações, como o cadastro técnico georreferenciado da infraestrutura de drenagem existente, avaliação da eficiência dos elementos da macrodrenagem e microdrenagem, elaboração de estudos para analisar as intervenções necessárias, entre outras medidas específicas.



Além disso, a correta gestão das águas urbanas está diretamente ligada ao uso correto do solo, o que requer a revisão e adequação dos planos diretores municipais. É fundamental criar um plano diretor de drenagem integrado ao planejamento e crescimento urbano, além de promover estudos específicos para elaboração de instrumentos legais que estabeleçam diretrizes para o tratamento de fundos de vale e controle de escoamento na fonte. A adoção dessas medidas contribuirá significativamente para a promoção de uma drenagem urbana sustentável e para a preservação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Potengi.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRITO, A. S. Diagnóstico e avaliação das áreas de destino final dos resíduos sólidos urbanos no estado do Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2009. 96 p.
2. MIDR - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E 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.
3. MPRN - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. CAOP Meio Ambiente. 2023.
4. PREFEITURA MUNICIPAL DE BODÓ. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo. Bodó, FUNASA, 2019.
5. PREFEITURA MUNICIPAL DE RIACHUELO. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo. Riachuelo, FUNASA, 2022.
6. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO TOMÉ. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo. São Tomé, FUNASA, 2019.
7. PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA CAIADA. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo. Serra Caiada, FUNASA, 2017.
8. RODRIGUES, L. C., SILVEIRA JUNIOR, J., SILVA, I. C. L., DANTAS, A. Cartografia do Saneamento Básico no Rio Grande do Norte. Confins: Revista franco-brasileira de Geografia, n. 34, 2018. <https://doi.org/10.4000/confins.12915>
9. SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - Glossário de Informações - 2020. [S.L.], 2021. 65 p.
10. SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. Série Histórica. Águas Pluviais. Informações municipais. Ano de referência: 2021. Brasília, 2022. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 11 mai. 2023.