

# **AVALIAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE MARANGUAPE, DECORRENTE DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

Gislania de Meneses Silva <sup>1</sup>  
Lara Lima Lourenço <sup>2</sup>  
Maria Lúcia Brito da Cruz <sup>3</sup>

## **INTRODUÇÃO**

O crescimento urbano acelerado e desordenado têm produzido preocupações contínuas e resultantes de um contexto onde a poluição e a proteção dos recursos hídricos são antagônicas, uma vez que a disposição final inadequada de resíduos sólidos em regiões urbanizadas tem gerado problemas em rios, riachos, mananciais, obstrução de canais, bem como, mudanças irreversíveis no meio ambiente e na paisagem.

Nesse contexto, nas últimas décadas o aumento populacional, o êxodo rural e o avanço tecnológico vêm acarretando o crescimento das cidades, tornando-as grandes centros urbanos. Este crescimento produz uma acelerada urbanização que está aliada ao aumento da produção de resíduos sólidos e ao aumento da impermeabilização das superfícies, originando danos ao meio ambiente urbano quando não gerenciados adequadamente (NEVES; TUCCI, 2003).

A rede de drenagem urbana está entre as principais responsáveis pela veiculação de cargas poluidoras, constituindo-se em um importante fator de degradação dos corpos hídricos (TUCCI, 2002). Esta poluição é considerada difusa, uma vez que provém de diferentes atividades que depositam poluentes de forma distribuída sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica. Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são os principais responsáveis pela produção de material sólido em uma bacia hidrográfica urbana de ocupação consolidada.

Atrela-se a isso, o fato de que além das redes de drenagem serem recipientes dessa poluição, também são o meio de veiculação de cargas poluidoras, onde esse escoamento superficial em áreas urbanas, proveniente da deposição de poluentes, ocorre de maneira

---

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, [gislaniamentes@gmail.com](mailto:gislaniamentes@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, [laralimalourenco@hotmail.com](mailto:laralimalourenco@hotmail.com);

<sup>3</sup> Professor orientador: Doutora, Centro de Ciência de Tecnologias - UECE, [mlbcruz@gmail.com](mailto:mlbcruz@gmail.com).

esparso sobre a área contribuinte da bacia hidrográfica, expandido o problema no viés sociedade e natureza.

É nesse contexto que o município de Maranguape se encontra, onde os pontos de disposição final dos resíduos sólidos e sua distribuição espacial inadequada, comprometem de forma direta o sistema de drenagem contribuinte das bacias hidrográficas, de forma a alterar a paisagem de forma significativa.

No Brasil, as bacias hidrográficas são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental. Este recorte territorial foi instituído através da Política Nacional de Recursos Hídricos, a partir da promulgação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, sendo posteriormente empregado na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007; Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e, em normativas derivadas da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Nesse contexto, salienta-se que o planejamento dos serviços relacionados à água deve ser integrado ao próprio desenvolvimento urbano, abrangendo desde o desenho da malha urbana, zoneamento de atividades, tais como coleta e disposição final de resíduos sólidos, abastecimento de água, coleta e tratamento de efluentes domésticos e pluviais.

A partir disso, a presente pesquisa tem por objetivo avaliar as implicações da disposição final dos resíduos sólidos no contexto das Unidades Hidrográficas do município de Maranguape.

A área de estudo pertence a Região Metropolitana de Fortaleza, está situada a 28 km desta. Apresenta os municípios limítrofes da área de estudo, onde na porção ao Norte tem-se Maracanaú e Caucaia, ao Sul Caridade, Palmácia e Guaiúba, ao Leste Guaiúba, Pacatuba e Maracanaú e a Oeste Pentecoste e Caridade. Territorialmente, Maranguape apresenta 590,9 km<sup>2</sup>, com o total populacional de 131.677 habitantes onde 76% pertencem à área urbana (IPECE, 2017). Ressalta-se ainda, que a área de estudo em questão, apresenta um crescimento populacional urbano superior ao da área rural, fator que se relaciona a uma maior geração dos resíduos sólidos.

## **METODOLOGIA**

Os procedimentos operacionais da pesquisa basearam-se em uma série de etapas ordenadas desde o levantamento bibliográfico, integração, processamento e geração de dados referentes à área da pesquisa, juntamente ao uso de técnicas de geoprocessamento.

O levantamento bibliográfico, foi a primeira fase da pesquisa, que se pautou na busca por trabalhos acadêmicos e científicos em fontes primárias, tais como, artigos, dissertações e teses, referentes aos temas seguidos.

Para a metodologia de delimitação de bacias hidrográficas a partir de um ponto de exutório, foi aplicada no programa ArcGIS versão 10.2 (ESRI, Redlands, EUA), através do aplicativo ArcToolbox seguindo o procedimento a seguir:

- Aquisição da imagem – imagem Copernicus, 30 metros;
- Fill – criação de um modelo numérico do terreno similar ao SRTM;
- Flow Direction – cálculo da direção do fluxo;
- Flow Accumulation – modelagem das áreas de acumulação da bacia;
- Con – avaliação if / else condicional em cada uma das células;
- Stream Order - geração da disposição dos cursos d'água;
- Stream to Feature – delineamento dos rios;
- Basin – delimitação de bacias hidrográficas;
- Watershed – delimitação da bacia hidrográfica a partir do ponto da foz;
- Correção de drenagem - Correção da drenagem através da imagem de satélite.

O trabalho de campo foi feito a partir da observação de fatos e fenômenos concernentes à pesquisa, tendo como base uma fundamentação teórica. Desta forma, a análise e a interpretação, possibilitou compreender e explicar o objeto de estudo. A partir disso, foram realizadas visitas de campo a fim de reconhecimento e aquisição de dados.

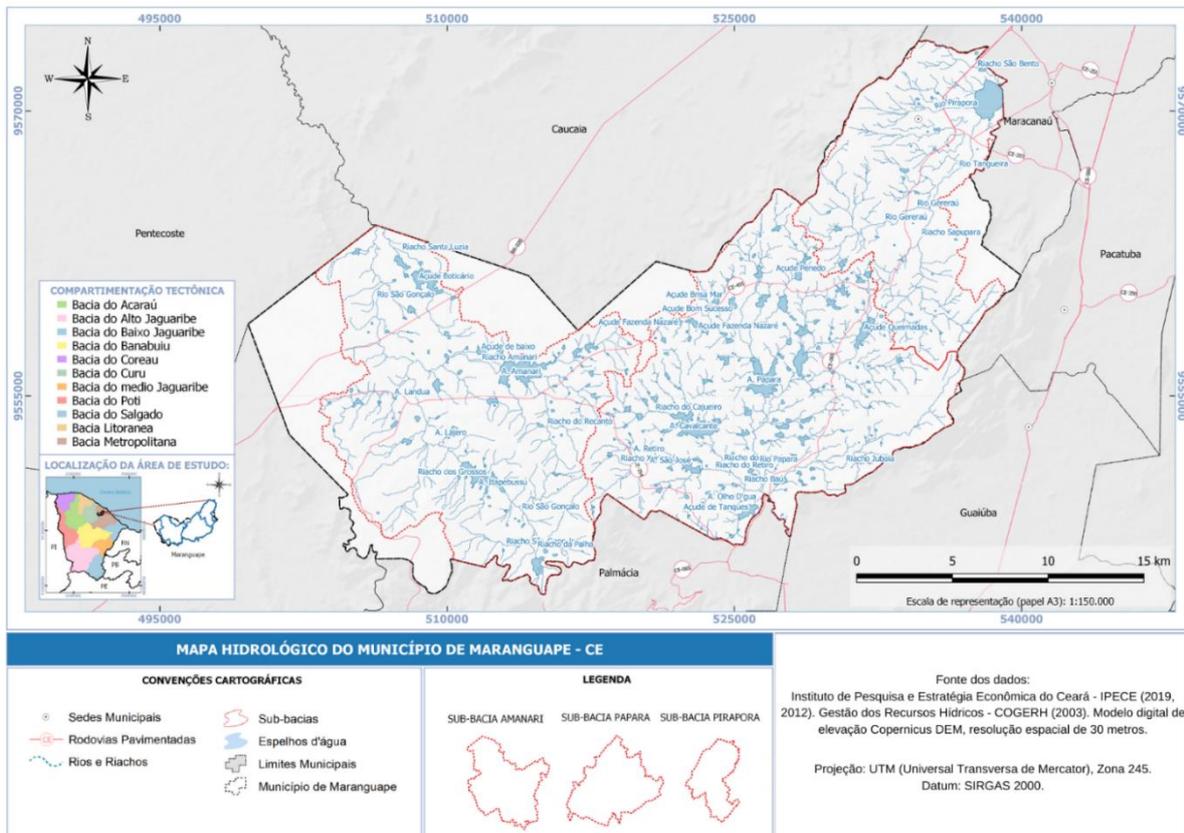
Os trabalhos de campo foram organizados por sub-bacias, no qual foram visitadas as áreas do Pirapora, Papara e Amanari, com enfoque nos recursos hídricos. Também foram realizadas visitas técnicas junto à Secretaria de Infraestrutura – SEINFRA do município de Maranguape, no qual consistiu na validação das informações produzidas em gabinete, e na aquisição de informações sobre as políticas de gerenciamento dos resíduos sólidos no município.

## **ÁREA DE ESTUDO**

As sub-bacias de maior abrangência que adentram o município de Maranguape compreendem as sub-bacias do Papara, Pirapora e Amanari, figura 1. Quanto a extensão territorial, a bacia do Papara apresenta a maior área com 200.102 km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 34% de toda extensão territorial do município de Maranguape. A segunda maior área aferida, compreende a sub-bacia do Amanari com 186.382 km<sup>2</sup>, que corresponde a 32% da área do município e com 107 km<sup>2</sup> compreende a sub-bacia do Pirapora.

Sob o ponto de vista hidrológico, considera-se que o escoamento fluvial atua em conjunto com os fatores como o clima, a natureza dos terrenos, os condicionantes geomorfológicos e a densidade da cobertura vegetal. As condições climáticas, interferem através do ritmo têmporo espacial das chuvas, elas proporcionam a renovação das reservas hídricas e como fonte fundamental de suprimento, tendem modificar, de modo temporário, a água disponível em superfície e no solo (SOUZA, 2011).

**Figura 1** – Mapa hidrológico do município de Maranguape - CE



Fonte: Autores, 2024.

No município de Maranguape é predominante dois domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas e depósitos aluvionares. Nas rochas cristalinas predominam os aquíferos fissurais, como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão (CPRM, 1998).

Nas áreas dos maciços, a rede hidrográfica apresenta-se muito ramificada, uma vez que as serras são dispersoras de drenagem, configurando-se como divisores de inúmeras bacias exorréicas. Quanto ao nível de açudagem, o município dispõe em média de 53 açudes, com capacidade máxima de 24,32 hm<sup>3</sup>.

A bacia hidrográfica integra um conjunto de elementos de drenagem, constituída por rios, riachos e córregos, que naturalmente se formaram e se mantem em função da dinâmica das precipitações e das características do terreno, como tipo de solo, declividades, cobertura vegetal, entre outros. Com o intenso uso do solo urbano da bacia hidrográfica, esse sistema é alterado substancialmente pela introdução de elementos artificiais e pelo aumento das descargas hídricas (MARTINS, 2006).

Dessa forma, a qualidade das águas dos rios que compõem uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada com o uso do solo e com o grau de controle sobre as fontes de poluição existentes na bacia. Além desses problemas, poucos são os indivíduos que têm o conhecimento de que habitam em uma bacia hidrográfica e dos elementos que a compõe e interagem dentro de um sistema, cujo o funcionamento também depende de suas ações (BOTELHO, 2011).

Junto com o contexto apresentado, ressalta-se a problemática do despejo dos resíduos sólidos inadequadamente na superfície, atingindo as redes de drenagem urbana, através dos córregos, riachos e rios até alcançarem o mar em cidades litorâneas. Conforme

Tucci (2008), eles se acumulam e permanecem até serem ou removidos pela autoridade local, ou serem transportados pelo vento e/ou escoamento superficial, atingindo outro sistema de drenagem. Acrescente-se ainda, a influência na vegetação que existe ao longo da margem desses corpos hídricos, decorrendo em grande prejuízo à fauna e a flora local.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disposição de resíduos sólidos pode ser considerada como uma fonte potencial de contaminação das águas superficiais, subterrâneas e das bacias hidrográficas como um todo. A contaminação das águas superficiais pode ocorrer de forma direta, através de lançamentos de resíduos em cabeceiras ou vales de drenagens, ou ainda pelo despejo de efluentes advindos da decomposição dos resíduos e percolação de águas pluviais (chorume). As cargas poluidoras nos cursos hídricos das bacias que integram o município de Maranguape, decorrem de uma série de circunstâncias, as quais serão discutidas a seguir.

### Quadro 1 – Contexto de cargas poluidoras nos cursos hídricos das bacias que integram o município de Maranguape.

PROBLEMÁTICA	DESCRIÇÃO
Ausência de estrutura sólida de saneamento básico	O município de Maranguape, segue o padrão brasileiro, possuindo estrutura insuficiente de saneamento. As políticas de controle quali-quantitativas apresentam eficácia limitada, especialmente onde há uma aglomeração urbana intensa. No entanto, a falta de um Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB

	aplicado, implica em uma série de consequências, entre elas estão elencadas a saúde pública, a desigualdade social, a poluição urbana, a poluição do solo e a poluição dos recursos hídricos.
<b>Falta de uma estrutura sólida no gerenciamento dos resíduos sólidos</b>	No município de Maranguape, a falta de uma estrutura sólida no gerenciamento de resíduos sólidos, decorre principalmente da falta de um PGRS municipal e reflete em uma série de problemáticas que vão desde Coleta, ao acondicionamento, transporte, tratamento adequado até a destinação final.
<b>Deterioração das águas dos mananciais superficiais e subterrâneos</b>	A falta de implantação de sistemas individuais ou coletivos de tratamento de efluentes em Maranguape, leva ainda em grande parte a deterioração das águas dos mananciais superficiais e subterrâneos. Acrescenta-se que uma das maiores gravidades é o lançamento nestes de grandes volumes de esgoto bruto nos rios e riachos.
<b>Destinação indevida de resíduos sólidos em redes de drenagem</b>	Nas áreas urbanas das bacias onde existem sistemas de macrodrenagem, foram constatados lançamentos de resíduos sólidos, principalmente em canais de escoamento, o que causa entupimento de bocas de lobo e galerias. Cabe ressaltar que no município em estudo, poucos são os bairros que possuem sistema de drenagem urbana, dessa forma, a água precipitada é escoada de forma natural, pela força da gravidade. Nesse contexto, quando ocorre a precipitação nos pontos mais altos da bacia, o acúmulo de água desce superficialmente para os pontos mais baixos até chegar ao corpo receptor.
<b>Poluição urbana difusa gerada através do escoamento superficial da água</b>	No município de Maranguape, durante o período seco, os rios intermitentes secam e funcionam como verdadeiros depósitos de lixo, estes resíduos são acumulados e durante o período chuvoso, esses materiais são carreados e poluem outros corpos hídricos.
<b>Descarte de resíduos orgânicos de forma incorreta</b>	O município de Maranguape é comum o descarte de resíduos agropecuários e orgânicos em rios e córregos. O lançamento, descarga ou emissão de substâncias orgânicas em cursos hídricos, comprometem diretamente suas propriedades naturais e implicam em danos ao homem, à fauna ou à flora.

Fonte: Autores, 2024.

A partir da identificação dessas problemáticas, foram relacionadas ações que visam a promoção da melhoria da qualidade dos corpos hídricos e a redução de cargas poluidoras oriundas dos setores urbanos e rurais do município.

### Quadro 2 – Propostas para redução de cargas poluidoras

CAUSA	CONSEQUÊNCIA	AÇÕES SUGERIDAS	AÇÕES CONJUNTAS	EXIGÊNCIA LEGAL
<b>Ausência do Plano Municipal de Saneamento Básico</b>	Falta de uma estrutura sólida de saneamento básico	Elaborar, revisar e implementar as ações previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB	<b>PGRS</b>	Diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
<b>Ausência do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).</b>	Falta de uma estrutura sólida no gerenciamento dos resíduos sólidos	Elaborar, revisar e implementar as ações previstas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS	<b>PMSB</b>	Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei: Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.) Atualização: (Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.)
<b>Falta de implantação de sistemas de tratamento de efluentes individuais ou coletivos adequados</b>	Deterioração das águas dos mananciais superficiais e subterrâneos.	Implementar sistemas de tratamento de efluentes individuais ou coletivos adequados.	<b>PMSB</b>	Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.
<b>Ausência de um plano de macrodrenagem municipal</b>	Destinação indevida de resíduos sólidos em redes de drenagem	Elaboração de um plano de drenagem municipal, estimulando a implementação de dispositivos de drenagem urbana que considerem a gestão dos resíduos sólidos.	<b>PGRS</b>	Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei: Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.) Atualização: (Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.)
<b>Falta de elaboração de pesquisas e estímulo à implantação de sistemas de tratamento de efluentes individuais ou coletivos mais adequados para cada área da bacia</b>	Poluição urbana difusa gerada através do escoamento superficial da água	Implementar medidas de redução e de controle de poluentes urbanos difusos e reduzir a carga poluidora gerada pelo manejo incorreto dos resíduos sólidos, serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes	<b>PMSB</b>	Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.
<b>Ausência de um sistema de produção integrada agropecuária e destinação correta dos resíduos orgânicos.</b>	Descarte de resíduos orgânicos de forma incorreta	Promover o aproveitamento de resíduos orgânicos e o manuseio de resíduos agropecuários	<b>PGRS PMSB PGRH</b>	Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei: Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.) Atualização: (Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.) Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
<b>Ausência de fiscalização e</b>	Uso de agrotóxicos e descarte incorreto de	Fomentar a fiscalização e o monitoramento do risco ambiental	<b>PGRS PMSB</b>	Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei: Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.)

monitoramento ambiental do uso de agrotóxicos.	resto de materiais e embalagens.	de agrotóxicos, estimulando a redução do uso e o recolhimento das suas embalagens	Atualização: (Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.)
--	----------------------------------	---	---

Fonte: Autores, 2024.

Além das problemáticas evidenciadas, o desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal e provoca vários efeitos que modificam os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é em grande parte impermeabilizada com edificações e pavimentos e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando as alterações como, redução da infiltração no solo, aumento do escoamento superficial, diminuição do nível do lençol freático por falta de alimentação e redução da evapotranspiração.

Em áreas urbanas, a ausência de uma cobertura vegetal faz com que o sistema natural seja reduzido ao binômio escoamento e infiltração. Conseqüentemente as bacias hidrográficas são marcadas pela diminuição do tempo de concentração de suas águas e pelo aumento dos picos de cheias, quando comparadas às condições anteriores à urbanização.

Além da ausência de coleta seletiva, no Brasil a falta do destino corretos dos resíduos sólidos ainda é uma realidade. Em 2019, a prefeitura assumiu que no município de Maranguape, existiam aproximadamente 100 pontos críticos de descarte incorreto de resíduos sólidos. Esta postura caracteriza um comportamento habitual, tendo em vista que não existe uma correlação com a irregularidade da coleta, já que é realizada diariamente.

Quanto a essa problemática, cabe destacar que, a disposição incorreta desses resíduos contribui para a proliferação de vetores e problemas com odores e estéticos, relacionados com o bem-estar da população. A forma de acondicionar deve obedecer às normas específicas como o tipo de embalagem, o horário de colocação na calçada e a quantidade máxima por volume. No município em estudo, a sub-bacia do Pirapora contempla o núcleo urbano no município de Maranguape, é onde vive a maior parte da população. Por englobar o distrito sede, essa sub-bacia apresenta-se mais consolidada em termos de estrutura urbana, na qual, é reforçada pela maior concentração das atividades comerciais. Dessa forma, o grande contingente populacional, associado a falta de uma estrutura vigente de saneamento básico, resulta em inúmeros problemas sociais, econômicos e ambientais nessa área.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No que se refere ao estado das redes de drenagem das unidades hidrográficas do município de Maranguape, essas encontram-se com grande influência da quantidade de

resíduos gerada em área superficial. Tal fato decorre principalmente da ausência de implementação de políticas e planos de gerenciamento que se adequem ao contexto municipal, integrado aos recursos hídricos. A ausência de um PMSB, implica diretamente em uma série de consequências, entre elas elenca-se a saúde pública, a desigualdade social, a poluição urbana, a poluição do solo e a poluição dos recursos hídricos.

Por fim, o desenvolvimento e implementação dessa metodologia, sob a forma de um software, representam considerável avanço e solucionam as principais limitações dos métodos atuais de organização, endereçamento, gerenciamento e disponibilização de grandes bases de dados de redes hidrográficas, viabilizando-se a execução de tais procedimentos em tempo real.

**Palavras-chave:** Gestão Hídrica; Poluição; Cargas poluidoras; Bacia Hidrográfica.

## REFERÊNCIAS

- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. *In: GUERRA, A.J.T. (Org.), Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-110.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Diagnóstico do Município de Maranguape**. Fortaleza: CPRM, 1998.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Geossocioeconômico: Um olhar para as Macrorregiões de Planejamento do Estado do Ceará**, 2017.
- MARTINS, J. R. S. Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?. **Artigo Científico**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.
- MENDES, M. C. **Metropolização e Indústria: Maranguape no Contexto da Região Metropolitana de Fortaleza**. 2006. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Mestrado em Geografia. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.
- NEVES, M. G. F. P; TUCCI, C. E. M. G., Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 15., 2003, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba: ABRH, 2003.
- NEVES, M. G. F. P; TUCCI, C. E. M. G., Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 15., 2003, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba: ABRH, 2003.
- SOUZA, M. J. N. Contexto Ambiental do Enclave Úmido da Serra de Baturité - Ceará. *In: BASTOS, F. H. B. (Org.). Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. p. 19-33.
- TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira dos Recursos Hídricos**, v.6, n.1, p. 5-27, 2002. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2024.