

IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS FONTES DE POLUIÇÃO PELA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA MICROBACIA DO RIO DO ENCANTO/RN

Wagner Bandeira da **Silva**¹, Joel Medeiros **Bezerra**², Alana Ticiane Alves do **Rêgo**³

(1 – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Bacharel em Ciência e Tecnologia, Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária, wagnerbandeira2010@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5595-9337>, 2 – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Docente do Departamento de Engenharias e Tecnologia, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, joel.medeiros@ufersa.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-8150-4125>, 3 – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, alana_ticiane10@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9005-2610>)

Resumo: Em decorrência da disposição inadequada de resíduos ocasionados por vazadouros a céu aberto causarem diversos impactos aos compartimentos ambientais e à saúde pública, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os vazadouros a céu aberto como possíveis fontes poluidoras pontuais da microbacia do rio do Encanto (MBHRE), no estado do Rio Grande do Norte (RN). Para avaliação desse cenário identificou-se fontes poluidoras fixas, como vazadouros a céu aberto e pontos de descarga de efluentes líquidos não tratados dos municípios de Encanto, Doutor Severiano, São Miguel, Coronel João Pessoa e Venha-Ver que compõem a MBHRE. Posteriormente, mediante utilização de sonda multiparâmetro fez-se medições in loco de parâmetros físico-químicos no manancial público do Encanto/RN, visando analisar a qualidade destes, conforme legislação vigente. Com isso, pode-se verificar os efeitos adversos sobre os compartimentos ambientais em ambos os municípios analisados, considerando uma localização inadequada de seus vazadouros devido à proximidade de corpos hídricos e da rede drenagem, tal como as condições de declividade do local. Além disso, embora as medições físico-químicas realizadas não apontem alterações evidentes na qualidade da água do reservatório, torna-se imprescindível uma investigação mais detalhada.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Qualidade de água. Vazadouro a céu aberto.

**IDENTIFICATION OF POTENTIAL SOURCES OF POLLUTION BY THE
DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE MICROBACY OF RIVER OF
ENCANTO/RN**

Abstract: Due to the inadequate disposal of waste caused by open dumps causing several impacts to environmental compartments and public health, the present study aimed to evaluate open dumps as possible point polluting sources of the Encanto River Basin (MBHRE), in the state of Rio Grande do Norte (RN). In order to assess this scenario, fixed polluting sources were identified, such as open air dumps and untreated liquid discharge points from the municipalities of Encanto, Doutor Severiano, São Miguel, Colonel João Pessoa and Venha-Ver that make up MBHRE. Subsequently, using a multiparameter probe, measurements were made in loco of physical-chemical parameters in the public source of Encanto/RN, aiming to analyze their quality, according to current legislation. With this, it is possible to verify the adverse effects on the environmental compartments in both municipalities analyzed, considering an inadequate location of their drains due to the proximity of water bodies and the drainage network, as well as the slope conditions of the place. In addition, although the physical-chemical measurements carried out do not point to evident changes in the water quality of the reservoir, a more detailed investigation is essential.

Keywords: Solid Waste. Water quality. Common landfill.

**IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN
POR LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MICROBACIA DE RIO
DO ENCANTO/RN**

Resumen: Debido a la eliminación inadecuada de los desechos causados por vertederos abiertos que causan varios impactos en los compartimentos ambientales y la salud pública, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los vertederos abiertos como posibles fuentes de contaminación puntual de la cuenca del río Encanto (MBHRE), en el estado de Rio Grande do Norte (RN). Para evaluar este escenario, se identificaron fuentes contaminantes fijas, como vertederos al aire libre y puntos de descarga de líquidos no tratados de los municipios de Encanto, Doutor Severiano, São Miguel, el coronel João Pessoa y Venha-Ver que conforman MBHRE. Posteriormente, utilizando una sonda multiparamétrica, se realizaron mediciones in situ de parámetros físico-químicos en la fuente pública de Encanto/RN, con el objetivo de analizar su calidad, de acuerdo con la legislación vigente. Con esto, es posible verificar los

efectos adversos en los compartimientos ambientales en ambos municipios analizados, considerando una ubicación inadecuada de sus drenajes debido a la proximidad de los cuerpos de agua y la red de drenaje, así como las condiciones de la pendiente del lugar. Además, aunque las mediciones físico-químicas realizadas no apuntan a cambios evidentes en la calidad del agua del embalse, es esencial una investigación más detallada.

Palabras clave: Residuos sólidos. Calidad del agua. Vertedero común.

Introdução

Acerca das implicações decorrentes da inadequação dos resíduos sólidos urbanos, Ramos et al. (2017, p. 1233) afirmam que:

O crescimento exponencial da população, juntamente com o processo de industrialização ao longo da história, resultou em problemas de dimensões globais, a exemplo da rápida urbanização, da limitação de recursos naturais e da grande geração mundial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Nesse sentido, foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), mediante Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que antevia a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos em até quatro anos após sua publicação, acarretando na remediação e eliminação dos vazadouros a céu aberto (BRASIL, 2010). Apesar dessa lei vigorar desde o ano de 2010, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no ano de 2017, cerca de 40,9% das cidades brasileiras encaminhavam anualmente 29 milhões de toneladas de resíduos para locais inadequados, uma quantidade que cresce a cada ano, apesar da proibição (ABRELPE, 2017).

Nesse contexto, os municípios carecem de recursos financeiros e capacidade técnica para realizarem a gestão dos resíduos sólidos (ABRELPE, 2017). Na região do Alto Oeste do estado do Rio Grande do Norte, a realidade não é muito diferente do restante do país. Conforme dados da Secretaria de Meio ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH, 2015) no Estado em apreço, de uma maneira geral, os municípios da região realizam a disposição de seus resíduos em áreas de vazadouros a céu aberto e sem nenhum controle técnico-sanitário.

Dessa forma, os RSU constituem hoje um desafiante tema na agenda de políticas públicas ambientais. De acordo com Klein, Dias e Jaya (2018), a gestão e a disposição inadequadas desses resíduos causam diversos impactos aos compartimentos ambientais e à saúde pública, como poluição e degradação do solo, de corpos d'água e mananciais,

intensificação de enchentes devido ao assoreamento de rios e córregos e obstrução de bueiros, proliferação de vetores de importância sanitária e aumento de doenças de veiculação hídrica.

Comumente as áreas afetadas pela baixa qualidade ambiental em decorrência da ausência ou ineficácia de serviços públicos, são também locais com presença de problemas sociais. Nesse sentido, dentro do espaço urbano é possível identificar áreas dispare em relação ao acesso a infraestrutura e serviços públicos, característica essa que compõe um cenário de desigualdade socioespacial (RIGOLDI e LIMA, 2020).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo identificar áreas com indicativo de potenciais fontes de poluição pela disposição final de resíduos sólidos na microbacia do rio do Encanto/RN, possibilitando avaliar os vazadouros a céu aberto como possíveis fontes poluidoras pontuais causadas pela disposição de resíduos sólidos na microbacia do rio do Encanto (MBHRE), no estado do Rio Grande do Norte, como contribuição para fornecer subsídios a elaboração de ações gerenciais que visem uma melhor gestão integrada dos recursos hídricos.

Metodologia

Área de Estudo

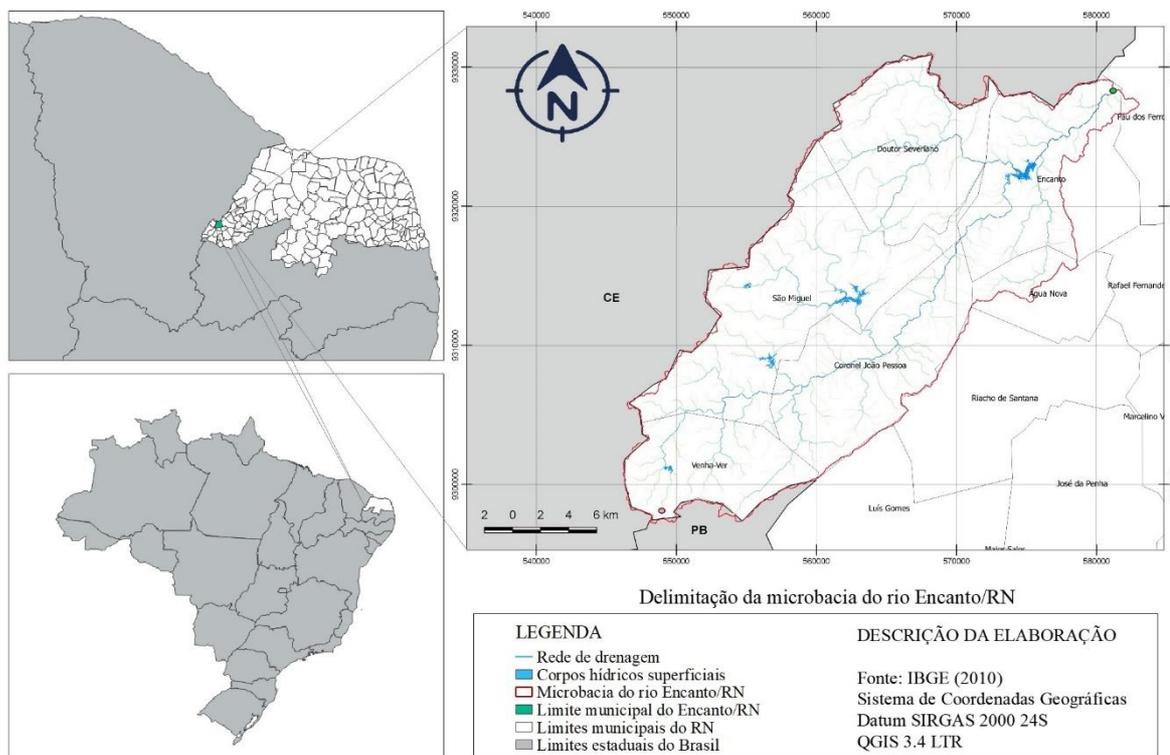
A microbacia do rio do Encanto (MBHRE), situada no estado do Rio Grande do Norte, está inserida na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, em uma área de 582,25 km², com suas nascentes localizadas no município de Venha-Ver e sua foz a montante do reservatório Encanto. Abrange seis municípios: Venha-Ver, Coronel João Pessoa, São Miguel, Doutor Severiano, Água Nova e Encanto. Entre os principais reservatórios da região pode-se citar o reservatório Bonito em São Miguel e o reservatório Encanto (Figura 1).

De acordo com a CPRM (2005), o município é banhado apenas por cursos d'água secundários e intermitentes. Os mais importantes são os riachos Encanto, Terra Boa, Cabelo, Cacimbinhas e Encanto, Jatobá, Castelo, Sanharão e os córregos Zé Caetano, Carnaubinha, Bom Será, Cercado e Cipó. Dessa forma, os riachos Terra boa e Jatobá são os canais responsáveis pela recarga hídrica do manancial do município.

O reservatório de Encanto possui capacidade máxima de 5.192.538,00 m³ e uma altura máxima de 16,87 m, apresenta um volume morto de 160.398,00 m³ (SEMARH, 2010). Está situado a cerca de 1,0 km da cidade, sob as coordenadas Universal Transversa de Mercator

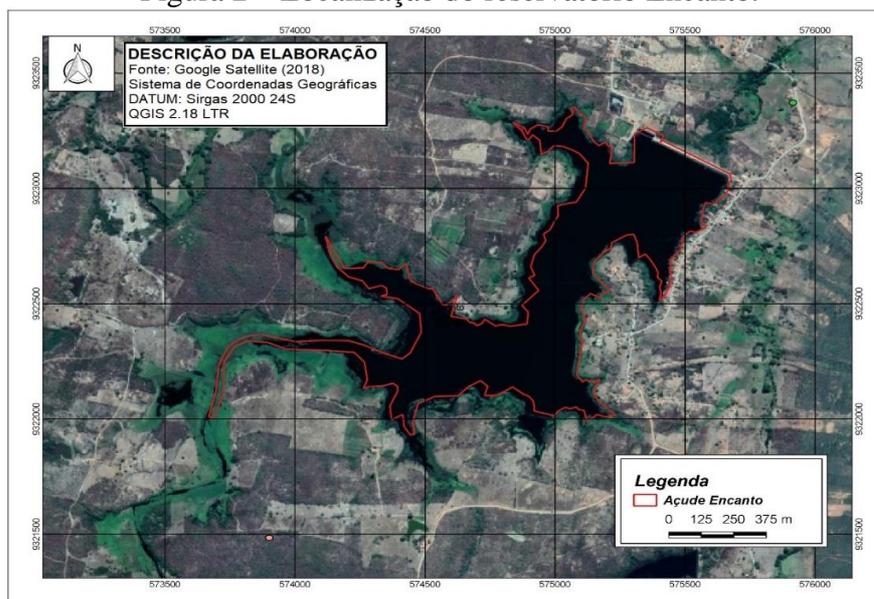
(UTM) 575379.00 m E e 9323246.00 m S (Figura 2). Foi construído em 1984 pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte através da Secretaria de Agricultura (SAG) (SEMARH, 2010).

Figura 1 – Microbacia do rio do Encanto (MBHRE).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 – Localização do reservatório Encanto.



Fonte: Adaptado de Google Earth.

Apesar do longo período de estiagem enfrentado na região do Alto Oeste Potiguar, reservatório de Encanto continuou a receber grandes volumes de água, enquanto a maioria dos açudes e barragens da região secaram com o período de seca extrema em 2017. Este reservatório encontra-se com 89,42% de sua capacidade máxima, de acordo com monitoramento em 12 de agosto de 2018 (ROLIM et al., 2018), tendo chegado a 100% de sua capacidade ainda no ano de 2018.

Os principais usos da água oriundos do reservatório de Encanto são para abastecimento humano, irrigação, pesca, pecuária e lazer. Rêgo (2016) corrobora que desde sua criação, em 1984, este corpo hídrico nunca havia sido utilizado para abastecimento no município de Venha-Ver, a qual era abastecida por poços amazônicos que captam água do lençol freático.

Procedimentos Metodológicos

A primeira etapa do presente estudo consistiu na identificação de fontes poluidoras fixas em vazadouros a céu aberto localizados na MBHRE, como vazadouros a céu aberto e pontos de descargas de efluentes líquidos não tratados. Nesse sentido, os vazadouros a céu aberto localizados nos municípios de Encanto, Doutor Severiano, São Miguel, Coronel João Pessoa e Venha-Ver no Estado do RN foram vistoriados no período de julho a agosto de 2018. As coordenadas geográficas de cada vazadouro a céu aberto foram coletadas mediante uso de aparelho *Global Positioning System* (GPS) de navegação da marca Garmin, modelo Etrex Vista. Obteve-se ainda informações quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em cada um dos municípios supracitados.

Em um segundo momento, no dia 24 de agosto de 2018, fez-se 02 medições in loco no reservatório de Encanto, sendo ambas na seção mais próxima a parede do vertedor (a montante), sendo uma próxima a superfície a 0,20m, enquanto a outra a 1m de profundidade, mediante utilização de sonda multiparâmetro HORIBA, modelo U50, para constatação das variações da qualidade do manancial público do Encanto. Os parâmetros físico-químicos medidos foram temperatura, pH, potencial oxirredução (POR), turbidez (TUB), oxigênio dissolvido (OD), salinidade (SAL), condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD).

Resultados e discussão

Baseado na delimitação da microbacia do rio de Encanto/RN foi possível verificar a localização dos locais de descarga de efluentes domiciliares líquidos e vazadouros a céu aberto

em cinco municípios que constituem sua bacia vertente. Os dispositivos dos vazadouros dos municípios de Venha-Ver, Coronel João Pessoa, São Miguel, Doutor Severiano e Encanto potencialmente contribuem na alteração adversa da qualidade da água, tendo em vista que em eventuais ocorrências de precipitações os materiais fragmentados decorrentes dos depósitos irregulares em tais dispositivos podem ser facilmente carregados até os corpos hídricos mais próximos.

No entanto, não foi possível obter informações documentadas acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos perante a gestão pública dos municípios mencionados, uma vez que os cenários de disposição de tais resíduos culminam em dispositivos irregulares perante as leis nº 12.305/2010 e nº 2.289 de 2015, resultando dessa forma em cenários de degradação ambiental e elevado potencial poluidor, tanto do solo, como dos recursos hídricos e do próprio ecossistema local.

Ressalta-se que a Lei nº 12.305/2020 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo.

Cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microregional, intermunicipal e metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

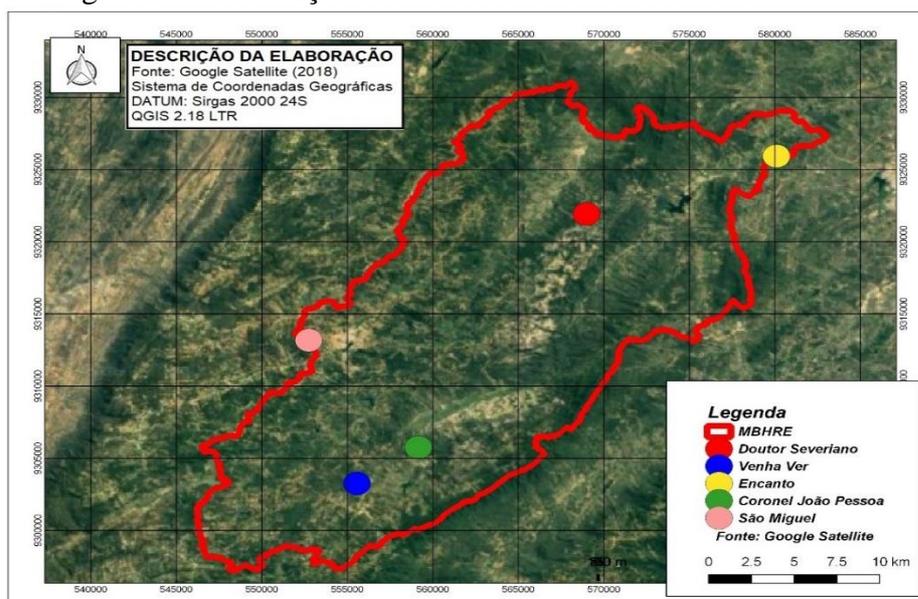
Enquanto o Projeto de Lei nº 2.289 de 2015 (projeto de lei do senado nº 425, de 2014), "Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010."

Em todos os municípios dos dispositivos visitados ocorre a disposição final de forma irregular, em respeito aos aspectos técnicos, ambientais e sanitárias, onde ocorrem a presença de vazadouros a céu aberto. Ressalta-se que em virtude da deposição aleatória dos resíduos constatou-se a prática comum e rotineira do processo de segregação de resíduos sólidos recicláveis por catadores, posterior a tal coleta visando reduzir o volume útil ocupado pelos resíduos realiza-se a prática da queima do material, a depender do volume podendo ocorrer a cada 15 dias.

Do ponto de vista legal, tais municípios devem atender as diretrizes previstas no art. 54 da PNRS, mediante ajustes propostos pelo Projeto de Lei nº 2.289/2015, o qual estabelece novos prazos para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, no item d) os Municípios com população inferior a 50 mil habitantes terão até 31 de julho de 2021 para cumprir a obrigação.

Conforme dados da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH/RN, 2015), de uma maneira geral, os municípios da região realizam a disposição de seus resíduos em áreas de vazadouros a céu aberto, geralmente submetidos ao processo de queima, presença de animais, catadores e sem nenhum controle técnico-sanitário. Na Figura 3 apresenta-se os locais dos vazadouros a céu aberto espacializados na MBHRE.

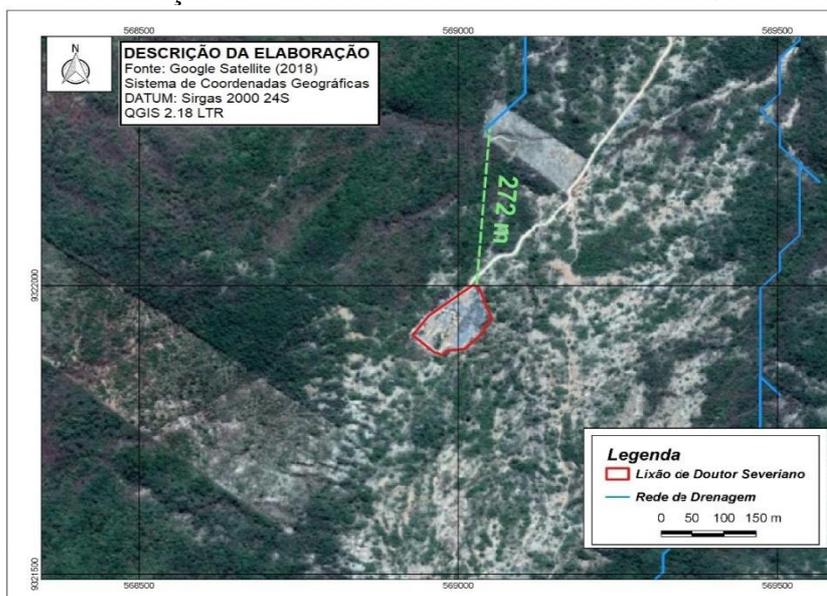
Figura 3 – Localização dos vazadouros a céu aberto na MBHRE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira vistoria ocorreu no dia 20 de junho de 2018, nos vazadouros a céu aberto de Doutor Severiano (coordenadas UTM: 9321960,763 m N e 569023,108 m E), situado à uma distância de aproximadamente 4 km da sede municipal e a 272 m da rede de drenagem mais próxima. O vazadouro a céu aberto possui uma área de 0,84 ha e está localizado em altitude média de 215 m. Nesse local ocorre a deposição dos resíduos sólidos urbanos do município (Figura 4).

Figura 4 – Localização do vazadouro a céu aberto de Doutor Severiano – RN.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O vazadouro a céu aberto situa-se em área de vertente de declividade acentuada, de difícil acesso, havendo grande probabilidade de carreamento de resíduos nas águas de enxurrada e possível contaminação da água do reservatório público de Encanto, pois a água escoada alcança o Riacho Jatobá, o qual deságua no reservatório Encanto (COSTA; ALVES, 2011).

Os resíduos sólidos encontrados são os mais diversos (Figura 5a a 5d), dentre os quais pode-se destacar a presença de resíduos de origem doméstica como pneus, garrafas PET, papéis, plástico e resíduos orgânicos, resíduos da construção civil e do serviço de poda. Cabe ressaltar que no referido vazadouro a céu aberto, realiza-se a prática da queima dos resíduos sólidos.

Figura 5 – Registro fotográfico do vazadouro a céu aberto de Doutor Severiano: a) resíduos sólidos presentes; b) topografia acidentada; c) afluente próximo ao vazadouro a céu aberto; d) queima a céu aberto dos resíduos.



Fonte: arquivo dos autores.

A queima do resíduo sólido a céu aberto é uma prática corriqueira para diminuir o volume ou recuperar metais, entretanto, essa atividade pode resultar na emissão de substâncias tóxicas no ar em detrimento da queima de plásticos e de outros materiais que podem ser danosos à saúde humana. A fumaça tóxica comumente aumenta a concentração de poluentes atmosféricos como óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), metais pesados (mercúrio, chumbo, cromo, cádmio, etc.), dioxinas e furanos, e o material particulado (RAMOS, 2015).

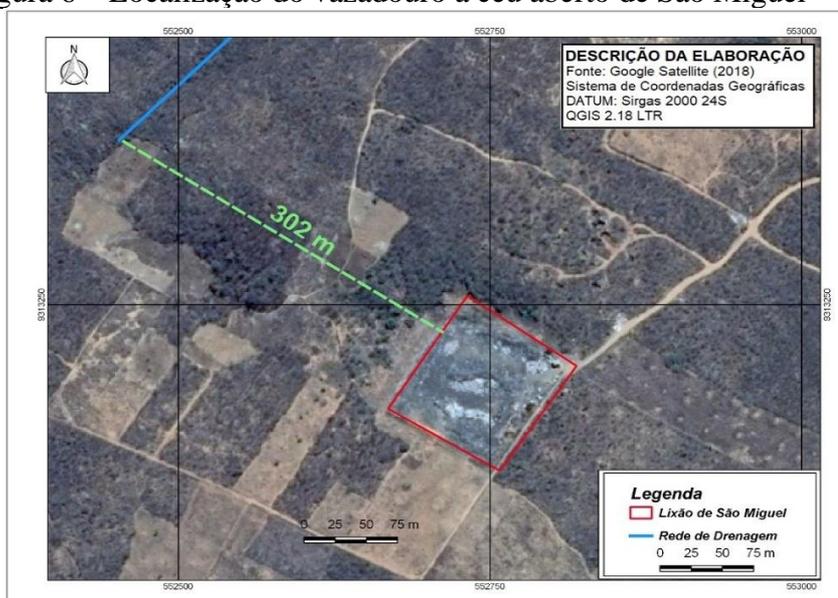
Durante a visita in loco no local, foi possível entrevistar dois catadores. De acordo com os mesmos, nesse recinto chegam de duas a três carradas de resíduos sólidos por dia, sendo veículos abertos com capacidade média de 10m³. Quando perguntados sobre a prática de despejos de efluentes líquidos por caminhões limpa fossas no vazadouro a céu aberto, os

catadores afirmaram que a prática é bastante rotineira. Contudo, não foi possível identificar o exato local da deposição desse material.

Próximo ao vazadouro, a especificamente 272 metros de distância, existe um riacho de caráter efêmero, caracterizado por ser um dos tributários do Riacho Jatobá (Figura 5c).

A vistoria no município de São Miguel ocorreu no dia 24 de julho de 2018. O vazadouro a céu aberto da cidade, localizado em altitude média de 768 m, entre as coordenadas UTM: 9313188,922 m N e 552812,487 m E, possui área de 1,21 ha e situa-se à uma distância de 1,5 km da sede municipal (Figura 6).

Figura 6 – Localização do vazadouro a céu aberto de São Miguel – RN.



Fonte: Elaborado pelos autores.

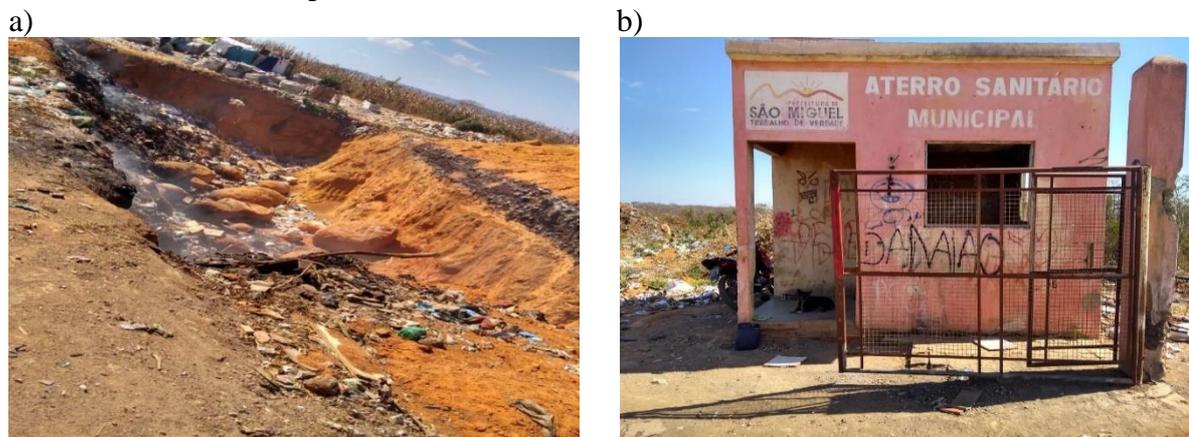
Ao noroeste da área do vazadouro, percebe-se a presença de um córrego de caráter efêmero, distando há aproximadamente 300 metros da área. A topografia da área é considerada acidentada em combinação com a presença de vertentes com a superfície do solo exposto, ausente de vegetação, propiciando a ação de processos erosivos e contaminação de corpos hídricos superficiais ou subterrâneos. Para Pizetta e Bahiense (2015), áreas mais acidentadas consideram-se de alto potencial de risco poluidor, uma vez que os fatores topografia associados ao clima e pluviosidade, influenciam na capacidade de infiltração e carreamento de elementos químicos para o lençol freático.

No referido vazadouro a céu aberto, observou-se a presença dos mais diversos resíduos, desde plásticos, papéis, pneus, resíduos orgânicos até materiais metálicos. Além da queima,

valas profundas são abertas com o intuito de soterrar os resíduos sólidos para liberarem mais espaço (Figura 7a). Nesse sentido, os locais não possuem qualquer tipo de impermeabilização do solo, estruturas para coleta e tratamento do chorume e do biogás (Figura 7b).

Durante a visita in loco constatou-se que havia cerca de 10 catadores no local, realizando o processo de coleta de materiais recicláveis. Conforme informações dos mesmos, são despejadas nessa área aproximadamente três carradas de resíduos sólidos por dia provenientes de distintas fontes geradoras, sendo veículos abertos com capacidade média de 10m³. Sobre a presença de despejos de efluentes de carros limpa-fossa no local, houve divergências entre as informações fornecidas. Um dos entrevistados afirmou que esse fato é bastante corriqueiro no vazadouro a céu aberto, já outro catador, afirmou que os veículos que realizam o esgotamento das fossas, levam esses resíduos para o município de Pau dos Ferros/RN, onde são tratados e dispostos de forma adequada.

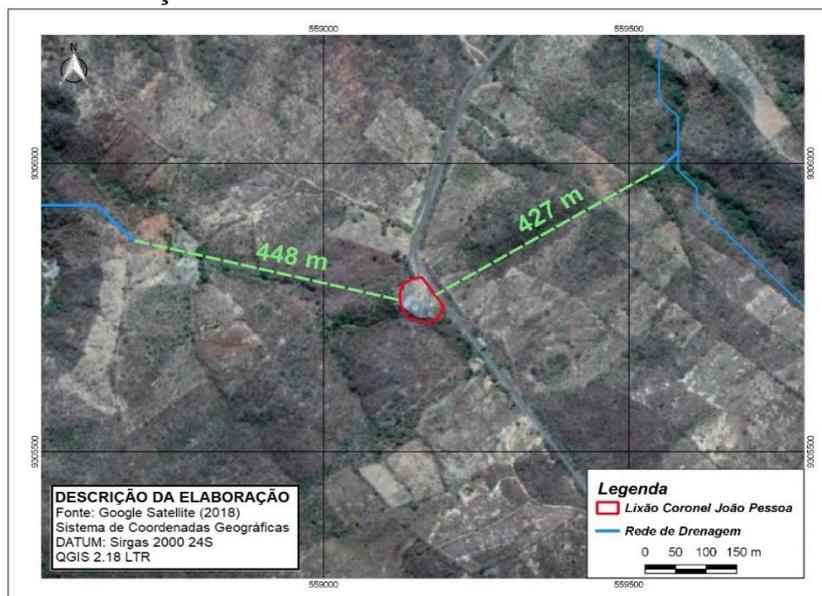
Figura 7 – Vazadouro a céu aberto do município de São Miguel – RN: a) entrada do empreendimento; b) valas escavadas no solo.



Fonte: arquivo dos autores.

A vista à Coronel João Pessoa, ocorreu no mesmo dia de São Miguel (24/07/2018). O vazadouro a céu aberto da cidade está situado nas proximidades da RN-177, entre os municípios de São Miguel e Coronel João Pessoa, sob as coordenadas UTM: 9305777,385 m N e 559159,217 m E (Figura 8). Possui uma área de 0,39 ha e está localizado em uma altitude média de 502 m.

Figura 8 – Localização do vazadouro a céu aberto de Coronel João Pessoa –RN.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os principais resíduos encaminhados para esse local são oriundos de atividades domésticas, públicas, construção civil e da poda de árvores (Figura 9a). No momento da visita, existiam dois catadores trabalhando no local. Segundo os mesmos, por dia são despejadas cerca de duas a três carradas de resíduos sólidos no referido local (Figura 9b), provenientes de veículos abertos com capacidade média de 10m³ e não há despejos de detritos de caminhões limpa-fossa nesse ambiente.

Percebe-se que a topografia da área é consideravelmente acidentada, as movimentações de terra por parte das máquinas aumentaram ainda mais a altura dos taludes (Figura 9c). Observa-se a presença de um córrego ao lado do vazadouro, onde é depositado resíduos sólidos que posteriormente são queimados (Figura 9d).

Nesse contexto, pode-se aferir que a posição topográfica desse vazadouro e o manejo dos resíduos nesse ambiente é inapropriada. Durante o período chuvoso, o chorume oriundo do material depositado, pode ser facilmente lixiviado para o lençol freático, ou mesmo carregado para os corpos hídricos superficiais, oferecendo riscos de contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, assim como à saúde da população residente na área de influência.

Dessa forma, uma ampla gama de substâncias tóxicas pode ser liberada no meio ambiente, por exemplo metano, dióxido de carbono, benzeno e cádmio. Sendo muitos desses poluentes comprovadamente tóxicos para a saúde humana pelas diferentes vias de exposição (ABRELPE, 2017). Ainda conforme essa referência, as unidades inadequadas como lixões

ainda estão presentes em todas as regiões do país e recebem mais de 80 mil toneladas de resíduos/dia, com um índice superior a 40%, com elevado potencial de riscos diretos aos trabalhadores, à saúde pública e ao meio ambiente.

Figura 9 – Vazadouro a céu aberto do município de Coronel João Pessoa – RN. a) resíduos sólidos; b) catadores; c) declividade acentuada d) riacho onde depositam-se os resíduos.

a)



b)



c)



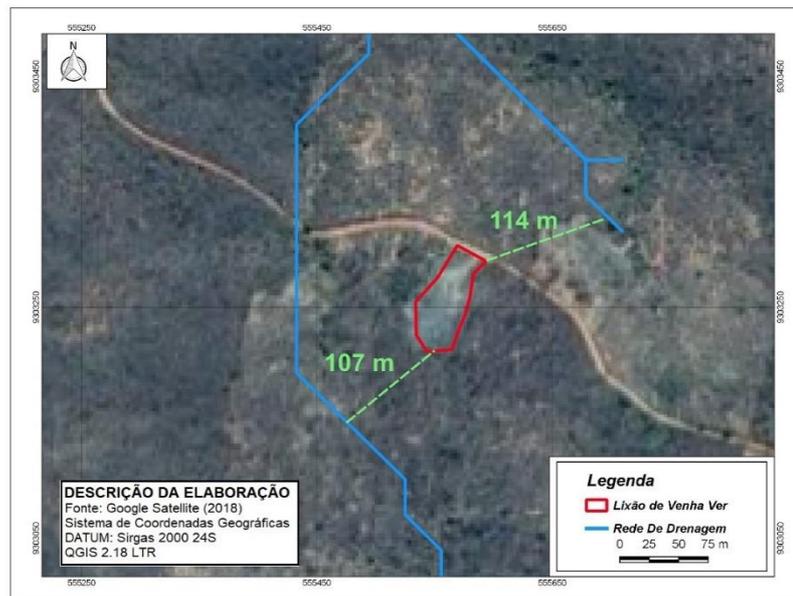
d)



Fonte: Arquivos dos autores.

A vistoria no vazadouro a céu aberto do município de Venha-Ver – RN, ocorreu no dia 20 de agosto de 2018. O vazadouro a céu aberto localizado em altitude média de 536 metros, entre as coordenadas UTM: 9303268,069 m N e 555559,445 m E, possui uma área de 0,30 ha, situa-se à cerca de 1 km da sede municipal e próximos a dois canais de drenagem, como mostra a Figura 10. O local é cercado, o que proporciona o isolamento e restrição na entrada de alguns animais, a topografia pouca acidentada e não havia presença de animais no ambiente. No momento da visita, não se encontrou nenhum catador trabalhando, também não se identificou pontos de lançamentos de efluentes de caminhões limpa-fossa.

Figura 10 – Localização do vazadouro a céu aberto de Venha-Ver – RN.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No vazadouro a céu aberto, os resíduos sólidos dos mais variados tipos com destaque para os de características orgânicas, como restos de alimentos e animais, que propiciam a geração de chorume são lançados a céu aberto, sem qualquer espécie de tratamento (Figura 11). O chorume, conforme Azevedo et al. (2015) é o líquido produzido pelo lixo acumulado que possui coloração escura com cheiro desagradável e atinge as águas subterrâneas (aquífero, lençol freático).

Figura 11 – Vazadouro a céu aberto do município de Venha-Ver – RN.



Fonte: Arquivo dos autores.

A vistoria no vazadouro a céu aberto do Encanto, ocorreu no dia 24 de agosto de 2018. O referido local está situado a jusante do reservatório municipal, sob as coordenadas UTM: 9325895,582 m N e 580057,718 m E, com uma altitude média de 214 metros (Figura 12). Observa-se ainda, uma distância de 51 m entre a rede de drenagem e o local.

O gerenciamento dos resíduos sólidos em Encanto/RN não é muito diferente da realidade dos outros municípios citados acima. No vazadouro a céu aberto, os resíduos sólidos urbanos depositados pelos caminhões do lixo são compactados e posteriormente queimados a céu aberto.

Figura 12 – Vazadouro a céu aberto do município de Encanto – RN.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

No momento da visita haviam dois catadores trabalhando. Quando perguntados sobre o quantitativo diário de resíduos que chegavam naquele ambiente, os mesmos responderam que em média chegavam aproximadamente duas a três carradas de lixo por dia, sendo veículos abertos com capacidade média de 10m³. Os tipos de resíduos encontrados no local foram papéis, papelão, resíduos orgânicos, garrafas PET, metais, resíduos da construção civil, poda de árvores, resíduos hospitalares e lodo de fossas sépticas (Figura 13).

Existe no local, um ponto de descarga de efluentes líquidos não tratados. De acordo com informações dos catadores, as presenças de caminhões limpa-fossa são constantes no local. Devido a esse fato, uma lagoa de efluentes surgiu há poucos metros da entrada do vazadouro (Figura 13f).

Figura 13 – Vazadouro a céu aberto do município de Encanto/RN. a) entrada do vazadouro a céu aberto; b) queima de resíduos sólidos; c) resíduos hospitalares; d) resíduos orgânicos; e) garrafas PET; f) lagoa de efluentes líquidos.



Fonte: Arquivo dos autores.

Além disso, de acordo com a Figura 12, percebe-se a existência de um riacho em poucos metros da (51 m) do vazadouro. Esse riacho não desagua no reservatório do encanto, e seu fluxo corre sentido Pau dos Ferros/RN, portanto, não oferece risco de contaminação do reservatório

de Encanto. Contudo, percebe-se que a degradação ambiental rompe os limites da microbacia, uma vez que, durante o período chuvoso os municípios situados a jusante, receberão essas águas, tornando-os vulneráveis aos processos de poluição.

Portanto, uma vez que água impacta diretamente na qualidade de vida e a saúde da população, esta deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas (BRAGA et al., 2005; GUEDES et al., 2017). Dessa forma, para avaliar e monitorar a qualidade das águas, é de extrema importância a utilização de parâmetros físico-químicos análise de sua qualidade e das interferências antrópicas no meio que acarretam em sua contaminação (GOMES et al., 2018).

Nesta perspectiva de fontes poluidoras existentes na área de estudo, compreende-se que existe influência no comportamento dos parâmetros das amostras de água investigada que refletem em suas alterações. Milhome et al. (2018) complementam que devido a produção de chorume oriundo da decomposição dos resíduos sólidos e sua disposição inadequada pode ocasionar na dispersão de substância tóxicas, que pode não somente comprometer o solo, mas também os recursos hídricos de seu entorno.

Para avaliar o atual cenário de qualidade da água do reservatório do Encanto, empregado para suprir os usos múltiplos do próprio município, realizou-se medições in loco e obteve-se os dados apresentados na Tabela 1. Os valores dos parâmetros da qualidade da água medidos no reservatório do Encanto/RN, foram registrados mediante utilização de sonda multiparâmetro HORIBA.

Tabela 1 – Leituras dos parâmetros físico-químicos da qualidade de água do reservatório do Encanto/RN.

Parâmetros								
Profundidade (m)	Temperatura (C°)	pH	POR (ORPmV)	TUB (NTU)	OD (mg/L)	SAL (‰)	CE (mS/cm)	STD (g/L)
0,2	28,35	8,10	208	2,5	9,08	0,01	0,211	0,137
1,0	28,23	7,63	277	4,3	7,10	0,01	0,183	0,119

Fonte: Elaborado pelos autores.

O pH, a temperatura da água, a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) e a condutividade elétrica (CE), são parâmetros que estão diretamente relacionados aos processos metabólicos em microrganismos encontrados nestes mananciais, estando diretamente relacionado aos processos de oxidação, da decomposição biológica da matéria orgânica, das reações químicas e biogeoquímicas que aí ocorre (ROLIM et al., 2018).

O potencial Hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio H⁺, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O valor de pH mínimo medido no reservatório foi de 7,63 e o máximo de 8,10. Esses valores estão na faixa recomendada para águas doces de classe II, no qual esse índice deve variar na faixa de: 6,0 a 9,0 (CONAMA, 2005). Ainda de acordo com Von Sperling (2005), os fatores naturais como a dissolução de rochas e a fotossíntese, ou fatores antrópicos como os esgotos domésticos e industriais afetam o pH.

A temperatura obteve uma mínima variação entre 28,35 °C e 28,23 °C, em profundidade distintas. Esse parâmetro mede a intensidade de calor e, portanto, é responsável diretamente pelas reações químicas e biológicas, pela solubilidade e transferência dos gases no corpo hídrico, na qual deve-se ser analisado em conjunto com outros parâmetros, tais como o OD (VON SPERLING, 2005). Para a CETESB (2018), a temperatura condiciona as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em corpos hídricos, não existe uma legislação específica que estabeleça limites aceitáveis para esse parâmetro.

A salinidade medida nos dois pontos foi de 0,01 ‰, combinado com os múltiplos usos preponderantes identificados pela água do reservatório, portanto conforme resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357 de 2005, o corpo hídrico é enquadrado como classe II doce (CONAMA, 2005). A Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria MS nº 5/2017 não atribuem valores específicos para a salinidade em relação a potabilidade, que se refere à medida dos teores de sais dissolvidos na água. Entretanto, esse indicativo associa-se a divisão de classes de uso preponderante proposto pela CONAMA.

Os níveis de OD variaram de um mínimo de 7,10 e 9,08. De acordo com Von Sperling (2005) esse parâmetro é de essencial importância para os organismos aeróbios. Nesse contexto, em todas as medições os níveis de OD estiveram acima do valor mínimo permissível, que é de 5 mg/L para qualquer amostra (CONAMA, 2005), dessa forma expressando condições propícias a manutenção da biodiversidade aquática. Constata-se que não há alteração na qualidade das águas pelo parâmetro em questão. Esse fato se deve aos níveis de concentração do oxigênio dissolvido aumentar diante da turbulência da água (NOZAKI et al., 2014).

A Condutividade elétrica (CE) mede a capacidade de as soluções aquosas conduzirem eletricidade (ROLIM et al, 2018). Nesse sentido, esse parâmetro está relacionado à concentração de íons dissolvidos no corpo de água, portanto, quanto maior a concentração desses íons dissolvidos, maior o valor da condutividade elétrica. Esse parâmetro apresentou o

menor valor de 0,183 e o máximo de 0,211 mS/cm. De acordo com Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica quantidades e componentes.

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) incluem todos os sais e componentes não iônicos. Os processos de intemperismo geram produtos que são encontrados nos corpos da água na forma iônica, que são os principais constituintes dos STD. Rotineiramente este parâmetro é utilizado no controle de poluição de corpos d'água natural com esgotos sanitários e efluentes industriais (PIRATOBA et al., 2017). O valor mínimo medido foi de 119 mg/L e o máximo de 137 mg/L. Dessa forma esse parâmetro encontra-se abaixo do valor máximo permitido pela resolução 357 do CONAMA para essa classe de corpo hídrico, a qual determina valor máximo permissível de 500 mg/L na amostra.

A turbidez está associada ao grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma (VON SPERLING, 2005). Sofrem influência na presença de detritos orgânicos e outras substâncias como o zinco, ferro, compostos de manganês e areia, resultantes do processo natural de escoamento superficial ou da ação antrópica, como lançamentos de esgotos e efluentes das atividades industriais (CARVALHO et al., 2017). Diante disso os valores mínimos e máximos medidos estão variando de 2,5 a 4,3 NTU. A CONAMA nº 357 de 2005 determina que o valor máximo desse parâmetro deve ser de 500 NTU para corpos hídricos de água doce classe II, logo os valores medidos na área de estudo estão muito abaixo do valor máximo permitido (CONAMA, 2005).

Diante do exposto, percebe-se que os parâmetros medidos nessa etapa, apresentaram-se em conformidade com a legislação vigente. Ainda assim, não se pode descartar a hipótese da influência dos vazadouros à céu aberto na qualidade de água do reservatório do Encanto/RN. Dessa forma, cabe ressaltar a importância do monitoramento de variáveis microbiológicas, assim como, metais pesados, para que se possa ter um diagnóstico mais preciso. Uma vez que, a falta de recursos financeiros, técnicos e equipamentos não permitiram a análise de metais pesados e variáveis microbiológicas do manancial.

Considerações finais

- Os municípios que contemplam a microbacia do reservatório de Encanto/RN realizam, de uma maneira geral, a disposição inadequada de seus resíduos sólidos em áreas de vazadouros a céu aberto e sem nenhum controle técnico-sanitário. Diante disso, torna-

se evidente a promoção e a conservação da qualidade dos recursos hídricos por meio de ações gerenciais que visem a minimização da degradação ambiental e risco eminente da qualidade da água em regiões que possuem ineficiência na gestão dos seus resíduos sólidos, assim como adequação dos municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

- A realização de visitas *in loco* aos vazadouros a céu aberto, combinada com o emprego de recursos tecnológicos do geoprocessamento voltados a identificar a superfície terrestre e as condições topográficas, trouxe à tona a problemática evidente de disposição inadequada de RSU nos municípios interioranos brasileiros. Dessa forma, verificou-se a presença de uma diversidade de resíduos sólidos em proximidade da rede de drenagem, pontos de queimadas e topografia acidentada, que contribui para o carreamento de efluentes em áreas mais baixas.
- Quanto a análise de parâmetros físico-químicos, percebeu-se que todas as variáveis se apresentaram em conformidade com a legislação vigente, mas que não descarta a hipótese da influência dos vazadouros à céu aberto na qualidade de água do reservatório do Encanto/RN.
- O descaso quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos dos municípios constituintes da microbacia estudada é notório, uma vez que se pode verificar *in loco* as possíveis implicações dessa disposição inadequada de resíduos sólidos sobre os compartimentos ambientais (solo, água, ar e biota). Além disso, percebe-se uma localização estratégica inadequada dos vazadouros a céu aberto em ambos os municípios analisados, considerando aspectos como proximidade de corpos hídricos e a declividade do local.
- Por fim, embora as medições físico-químicas realizadas para qualidade da água do reservatório do Encanto/RN não apontem alterações evidentes, torna-se imprescindível uma investigação mais detalhada. Uma vez que se pode evidenciar riscos de contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos ocasionados pelas localizações impróprias dos vazadouros e manejo dos resíduos descartados nesses locais.

Referências

ABRELPE. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2017. *Panorama dos resíduos sólidos do Brasil 2017*. Disponível em: http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf. Acesso em: 27 abr. 2020.

- AZEVEDO, P. B.; LEITE, J. C. A.; OLIVEIRA, W. S. N.; SILVA, F. M.; FERREIRA, P. M. L. (2015) Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal - PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 1, p. 20-34. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i1.3294>
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. (2005) *Introdução à engenharia ambiental*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 318 p.
- BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010.
- BRASIL. Projeto de Lei nº 2.289 de 2015. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Câmara dos deputados, Brasília, DF, 2015.
- CARVALHO, A. P. M.; SILVA, J. N.; SANTOS, V. S.; FERRAZ, R. R. (2017) Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE. *Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*, v. 7, n. 1, p. 35-51.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2018) *Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem*. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/12/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-das-Vari%C3%A1veis.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2019.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.
- COSTA, L. B.; ALVES, A. (2011) Contaminação de água por resíduos sólidos: uma perspectiva geomorfológica nos municípios de Dr. Severiano e Encanto-RN. *Revista Geotemas*, v. 1, n. 1, p. 79-90.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea*. Diagnóstico do município de Encanto, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

- G1 GLOBO. *Dos 47 reservatórios monitorados no RN, dois estão 'sangrando'*. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/dos-47-reservatorios-monitorados-no-rn-dois-estao-sangrando-veja-video.ghtml>. Acesso em: 02 dez. 2018.
- GOMES, A. C. C. O.; CARVALHO, LAÉRCIO A.; SÚAREZ, Y. R.; NOVAK, E.; MOREIRA, R. M. (2018) Análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de poços de monitoramento em área aplicada com vinhaça. *Revista Águas Subterrâneas*, v. 32, p. 237-247. <https://doi.org/10.14295/ras.v32i2.29105>
- GUEDES, A. F.; TAVARES, L. N.; MARQUES, M. N. N.; MOURA, S. P.; SOUSA, M. N. A. (2017) Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica. *Journal of Medicine and Health Promotion*, v. 2, p. 452-461.
- KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; JAYO, M. (2018) Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 10, n. 1, p.140-153. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001.ao10>
- MILHOME, M. A. L.; HOLANDA, J. W. B.; ARAÚJO NETO, J. R.; NASCIMENTO, R. F. (2018) Diagnóstico da contaminação do solo por metais tóxicos provenientes de resíduos sólidos urbanos e a influência da matéria orgânica. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 1, p. 59-72.
- NOZAKI, C. T.; MARCONDES, M. A.; LOPES, F. A.; SANTOS, K. F.; LARIZZATTI, P. S. C. (2014). Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. *Atas de Saúde Ambiental ASA*, v. 2, n.1.
- PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, V. G. (2017) Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Ambiente e Água*, v. 12, n. 3, p.435-455. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>
- PIZETTA, M. Z.; BAHIENSE, A. V. *Potencial poluidor de depósitos de resíduos de beneficiamento de rocha ornamental quanto a topografia, clima e pluviosidade*. In: IV Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, 2015, São Paulo. IV Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, 2015.
- RAMOS, M. D. *Estudo da formação e emissão de poluentes na atmosfera originários do coprocessamento de resíduos em fábricas de cimento*. 2015. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

- RAMOS, N. F.; GOMES, J. C.; CASTILHOS JR. A. B.; GOURDON, R. (2017) Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 6, p. 1233-1241. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017165817>
- RÊGO, F. L. M. (2016) *Avaliação dos impactos ambientais no reservatório encanto RN*. 41f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- RIGOLDI, K. C.; LIMA, V. (2020) A influência da gestão de resíduos sólidos na qualidade ambiental e nas desigualdades socioespaciais de Maringá-PR. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v. 11, n. 1, p. 85-96, jan./jul.
- ROLIM, H. O.; LEITE JÚNIOR, J. B.; GOMES FILHO, R. R. *Qualidade da água*. 2018. Disponível em: <http://sistemas.searh.rn.gov.br/MonitoramentoVolumetrico/>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. *Programa de Monitoramento e Fiscalização*. 2010.
- SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. *Plano intermunicipal do Alto Oeste: diagnóstico*. 2015. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/acervo/semarh/conteudo.asp?tran=item&targ=152910&act=&page=0&parm=&lbl=programas>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- VON SPERLING, M. (2005) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 243p.