

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDICIPLINAR DE PAU DOS FERROS-RN
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO INTERDICIPLINAR DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (2025)**

**PANORAMA DAS FONTES POLUIDORAS PONTUAIS NA CIDADE DE SÃO
MIGUEL-RN**

OVERVIEW OF POINT POLLUTION SOURCES IN THE CITY OF SÃO MIGUEL-RN

Avilange Bezerra Martins da Siva*

Joel Medeiros Bezerra**

RESUMO

O crescimento urbano desordenado e a falta de controle sobre atividades comerciais e industriais intensificam a poluição ambiental, tornando necessário o mapeamento das fontes poluidoras pontuais. Este estudo foi realizado no ano de 2024 e objetivou identificar as fontes poluidoras pontuais em São Miguel, Rio Grande do Norte. Foram utilizadas imagens de satélite do Google Earth Pro, para espacializar atividades antrópicas. Posteriormente, realizou-se visitas in loco observando os resíduos apenas na área externa dos empreendimentos, verificando a tipologia das atividades, cargas poluidoras e agentes contaminantes. As principais fontes identificadas são oficinas mecânicas, abatedouro, cemitérios, lavanderias, postos de combustíveis, lava-jatos, bares, restaurantes, padarias, pizzarias e supermercados. Oficina mecânica foi a atividade com a maior pressão ambiental devido tipologia dos contaminantes gerados, como os hidrocarbonetos e metais pesados. Diante espacialização dessas fontes, o ponto turístico Parque da Lagoa está vulnerável à contaminação, está sujeito ao escoamento ou carreamento de materiais e substâncias lançadas nas vias públicas e, portanto, vulnerável à contaminação, como microrganismos, patógenos, nutrientes, metais pesados e produtos químicos, que afetam solo, água e ar, além de causar riscos à saúde humana. Os resultados obtidos geram subsídios de orientação para estratégias sustentáveis de políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos ambientais.

Palavras-chave: poluição ambiental; mapeamento; contaminantes; sustentabilidade

ABSTRACT

Disorderly urban growth and the lack of control over commercial and industrial activities intensify environmental pollution, making it necessary to map point sources of pollution. This study, conducted in 2024, aimed to identify point-source pollution in São Miguel, Rio Grande do Norte. Satellite imagery from Google Earth Pro was used to spatialize anthropogenic activities. Subsequently, on-site visits were carried out to observe the waste

*Discente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros. Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. BR 226, Km 405. Bairro São Geraldo. Pau dos Ferros-RN, Brasil (CEP 59.900-000). E-mail: avilange.silva@alunos.ufersa.edu.br

**Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros. BR 226, Km 405. Bairro São Geraldo. Pau dos Ferros-RN, Brasil (CEP 59.900-000). E-mail: joel.medeiros@ufersa.edu.br.

only in the external area of the projects, verifying the typology of activities, polluting loads and contaminating agents. The main sources identified are mechanical workshops, slaughterhouses, cemeteries, laundries, gas stations, car washes, bars, restaurants, bakeries, pizzerias and supermarkets. Mechanical workshops were the activity with the greatest environmental pressure due to the type of contaminants generated, such as hydrocarbons and heavy metals. Given the spatial distribution of these sources, the Lagoa Park tourist spot is vulnerable to contamination, is subject to the runoff or transport of materials and substances released onto public roads and, therefore, vulnerable to contamination, such as microorganisms, pathogens, nutrients, heavy metals and chemicals, which affect soil, water and air, in addition to causing risks to human health. The results obtained provide guidance for sustainable public policy strategies aimed at mitigating environmental impacts.

key words: environmental pollution; mapping; contaminants; sustainability.

Disponibilidade (<https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/12265>, DOI <https://doi.org/10.7867/1983-1501.2024v26n1p36-48>).

1 INTRODUÇÃO

Segundo Mota (2003), a poluição ambiental pode ser definida como qualquer modificação das características naturais do ambiente — seja na água, no ar ou no solo — que o torne inadequado para o consumo humano, para a preservação das formas de vida ou para os usos previstos. A poluição pontual refere-se a fontes fixas, localizadas em pontos específicos, como indústrias ou comércios, que lançam poluentes diretamente no ambiente (Sodré, 2012). Já a poluição difusa resulta de fontes dispersas, como o escoamento superficial acumulado das águas pluviais, sendo difícil de controlar e monitorar (Neiva, 2021). Ambas as formas de poluição contribuem para a degradação ambiental, especialmente em áreas urbanas, onde a concentração de atividades humanas intensifica os impactos sobre o meio ambiente.

Ji *et al.* (2022) observaram que águas urbanas estão contaminadas por fontes pontuais, como lançamentos industriais e de esgoto, quanto por fontes difusas, cujo transporte pela superfície terrestre depende de processos como o escoamento superficial e a erosão. Esse cenário de poluição ambiental é resultado de um longo processo histórico, podendo estar associado com ações sinérgicas e/ou cumulativas.

Fadini e Fadini (2001) destacam que, desde a Revolução Industrial, o crescimento acelerado da urbanização e a expansão da industrialização têm gerado um aumento da poluição ambiental, colocando em risco o ambiente e, conseqüentemente, a qualidade de vida. As fontes poluidoras na área urbana são um exemplo desse fenômeno. Atividades realizadas por empreendimentos, tanto em cidades de pequeno porte quanto em grandes centros urbanos, contribuem para essa modificação ambiental (Amaral, 2022). A geração de resíduos sólidos nessas áreas aumenta, a poluição ambiental, comprometendo a qualidade e a saúde da população, sobretudo em regiões vulneráveis.

A saúde pública é diretamente ameaçada por alimentos e água potável contaminados (Gizaw, 2019). A exposição a fontes pontuais de poluição pode causar uma variedade de problemas de saúde, dentre eles distúrbios digestivos e problemas respiratórios. Entre os principais exemplos de poluição pontual na área urbana que é o foco desse trabalho, destacam-se as indústrias que liberam grandes quantidades de poluentes diretamente no ar e na água. As indústrias são a principal fonte de poluição de fonte pontual, particularmente em zonas industriais e áreas metropolitanas. Entre as toxinas que as fábricas e instalações de manufatura descarregam diretamente na terra e nos cursos d'água estão metais pesados,

produtos químicos e compostos orgânicos. Fabricantes notáveis desse tipo de poluição incluem os setores químico, de couro e têxtil (Barsay, 2022).

Pedroso *et al.* (2023) apontam que chaminés industriais emitem uma variedade de substâncias nocivas, como monóxido de carbono, metais pesados, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e partículas em suspensão. Além disso, atividades em refinarias de petróleo, fábricas de papel e indústrias automobilísticas, utilizam água em seus processos, e descarregam efluentes com poluentes químicos em corpos d'água, como rios e lagos (Ahsan *et al.*, 2024).

Outro exemplo são as estações de tratamento de águas residuais, que desempenham um papel fundamental na mitigação dos impactos ambientais causados pelos efluentes. No entanto, há desafios relacionados ao desempenho e à capacidade dessas estações, que devem ser levados em conta. Mesmo com o tratamento, é possível que nutrientes e microrganismos ainda sejam liberados nos cursos d'água. Segundo Pompêo *et al.* (2022), o excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, pode favorecer o crescimento de algas, impactando negativamente a qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. Esta associação demonstra a complexidade dos fatores que influenciam a qualidade da água, reforçando a necessidade de uma gestão ambiental integrada para mitigar seus efeitos.

Essa necessidade de gestão é ainda mais evidente ao se considerar o conceito de impacto ambiental, definido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1986), que refere-se a qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante de atividades humanas que afetam, direta ou indiretamente, a saúde, segurança, bem-estar da população, a biota, as condições estéticas e sanitárias do ambiente, além da qualidade dos recursos naturais.

O município de São Miguel, no estado do Rio Grande do Norte, exemplifica os desafios enfrentados por pequenos municípios que, com o tempo, vêm se desenvolvendo em meio a um rápido crescimento urbano, com a geração de diversos impactos ambientais. A organização da cidade por meio de um Plano Diretor Participativo torna-se essencial, assegurando a implementação de práticas sustentáveis para equilibrar as dinâmicas sociais e econômicas em curso com as crescentes pressões ambientais. O município abriga diversos empreendimentos cujas atividades antrópicas são potenciais fontes de poluição, resultando em impactos na área urbana. A gestão eficiente de resíduos sólidos, efluentes e demais cargas poluidoras, sustentada por estratégias baseadas no Plano Diretor, surge como uma solução viável para melhorar as condições ambientais locais. Diante desse cenário, onde os problemas relacionados à poluição ambiental têm se agravado, especialmente em municípios menores, o presente estudo tem como objetivo mapear as fontes poluidoras pontuais em São Miguel/RN.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

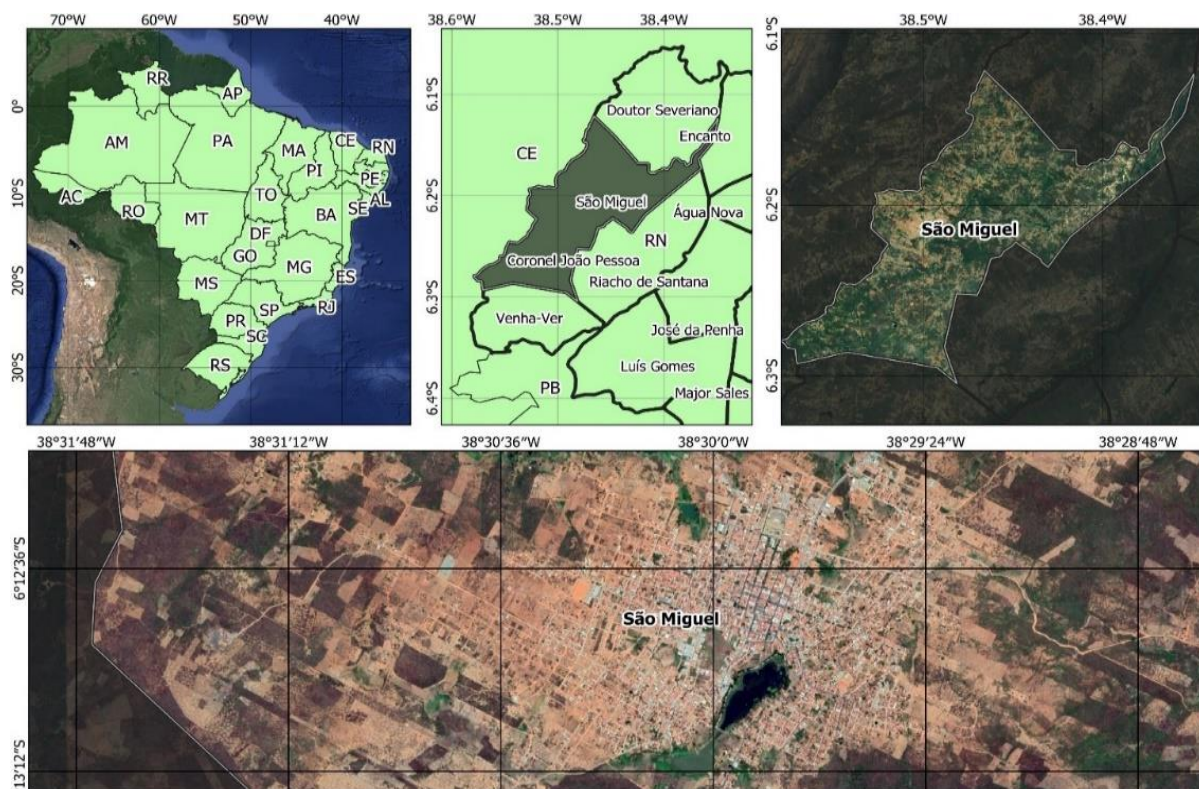
2.1 Área de Estudo

Este estudo foi realizado no município de São Miguel, localizado na região nordeste do Brasil, no estado do Rio Grande do Norte. O município faz fronteira com Venha-Ver, Coronel João Pessoa, Doutor Severiano, Encanto, além do estado do Ceará (Figura 1). De acordo com o censo mais recente realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil, 2022), São Miguel possui uma área territorial de aproximadamente 166,23 km², com uma densidade demográfica de 141,59 habitantes por km² e uma população estimada de 23.537 habitantes. A economia local é sustentada pelo comércio de alimentos, telecomunicações e a construção civil, que impulsionam a expansão urbana.

Conforme o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA (Rio Grande do Norte, 2008), o município de São Miguel possui vegetação predominante de caatinga hiperxerófila e floresta caducifólia, relevo ondulado. O clima é semiárido, e a cidade, localizada a 400-800 metros de altitude, é classificada como serrana. Solo argissolo vermelho-amarelo eutrófico (Santos et al., 2025).

Hidrologicamente, todo o território está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, com os riachos de Moura e São Gonçalo sendo os principais cursos d'água. O abastecimento do município é feito pelo açude Bonito II, localizado na área rural a 9,0 km da área urbana com capacidade de 10.865.000,00 m³ (DNOCS, 2024), sob gestão da CAERN.

Figura 1 – Localização da área de estudo, São Miguel/RN.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Segundo França (2020), um dos principais desafios na gestão das bacias hidrográficas é a poluição vinda de áreas urbanas, especialmente em relação às cargas pontuais despejadas nos corpos hídricos. São Miguel não possui plano de drenagem urbana, possui a política de saneamento básico, mas não possui o plano ativo de saneamento básico (Brasil, 2020). A coleta de lixo ocorre conforme cronograma atendendo zona urbana e 90% da zona rural. (São Miguel, 2023). Não há sistema de coleta seletiva, e os resíduos são descartados em um lixão a céu aberto. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) não é mais permitido lixão.

2.2 Método de Pesquisa e Coleta de Dados

O estudo iniciou-se com pesquisas na internet e levantamento bibliográfico sobre as fontes poluidoras pontuais presentes especificamente na área urbana com foco nas atividades comerciais e industriais que encontrasse presentes em maior quantidade no ambiente do

município, ocasionando uma maior concentração de resíduos sólidos. A área rural do município associa-se a uma menor concentração de fontes poluidoras consideradas pontuais quando comparada a área urbana, pois em seu ambiente possui menores concentrações relacionadas às atividades comerciais, industriais e domésticas. Destacando-se também ser um ambiente mais propenso à poluição difusa como, por exemplo, o uso de agrotóxicos e também manejo de forma inadequado na área agrícola.

Em seguida, foi utilizado o programa Google Earth Pro para mapear e identificar a localização das principais fontes poluidoras no ano de 2024. Essas fontes foram classificadas por tipologia de atividade, com legendas específicas para cada tipo de empreendimento, permitindo uma espacialização detalhada e a visualização da proximidade com áreas vulneráveis. As atividades antrópicas selecionadas para este estudo incluíam abatedouro, cemitérios, lavanderias, postos de combustíveis, lava-jatos de veículos, oficinas mecânicas, bares, restaurantes, lanchonetes, padarias, pizzarias e supermercados, tanto de grande quanto de pequeno porte.

Após o mapeamento, foi elaborada a análise sistemática caracterizando cada uma dessas fontes poluidoras, com foco nas atividades que exercem maior pressão sobre o ambiente na cidade de São Miguel/RN. A análise teve como finalidade elencar a diversidade da tipologia dos potenciais agentes poluentes e contaminantes a serem liberados por tipo de estabelecimento. Para compilação e identificação dos agentes poluentes, considerou-se o embasamento na literatura, corroborado com as observações de campo. O estudo buscou classificar os tipos de estabelecimentos e suas atividades, destacando os possíveis contaminantes gerados, como resíduos sólidos, emissão de gases poluentes, efluentes líquidos e necrochorume. A análise qualitativa teve como objetivo fornecer um panorama das atividades com potencial de poluição.

Na etapa seguinte, as atividades antrópicas foram avaliadas em termos de prevalência na área urbana, buscando identificar quais delas são responsáveis pela maior diversidade de contaminantes gerados, colocando em risco a saúde da população, tal como elencando possíveis áreas propensas a maiores riscos ambientais de contaminação. Por fim, foram discutidas possíveis propostas de mitigação, focando em ações práticas que possam ser implementadas para reduzir os impactos ambientais identificados no estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

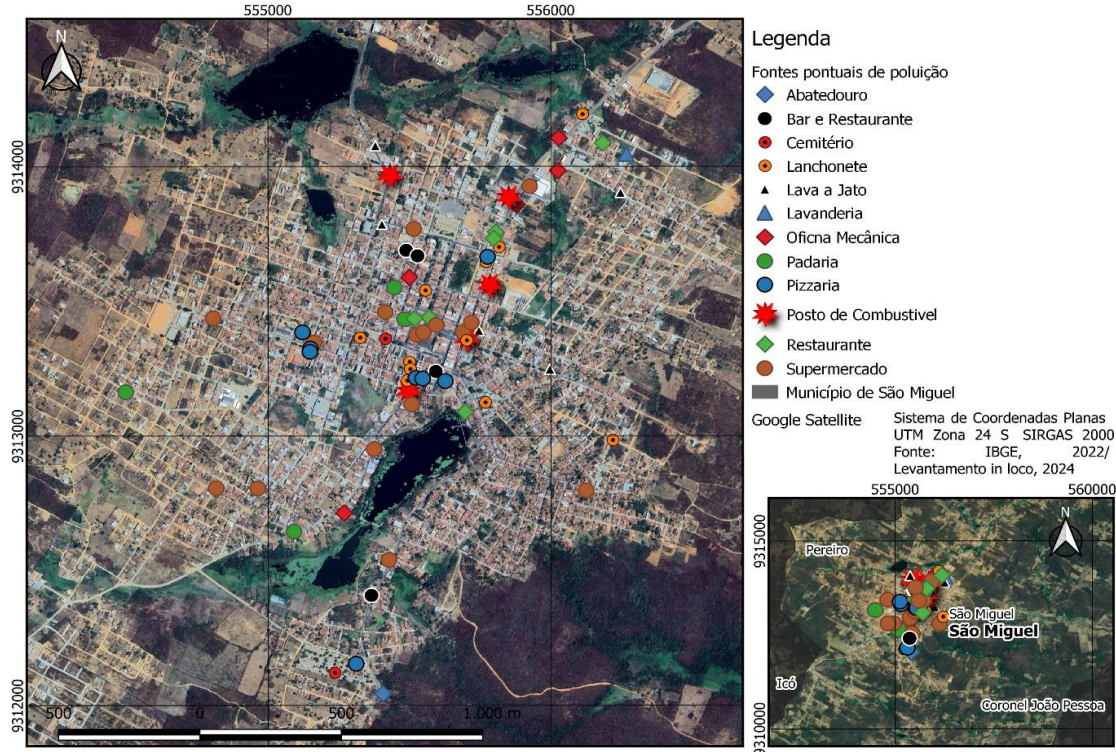
Por meio da espacialização, como destaque, identificou-se os empreendimentos, abatedouro, cemitérios, lavanderias, postos de combustível, lava-jatos, oficinas mecânicas, bares, restaurantes, lanchonetes, padarias, pizzarias e supermercados, como fontes pontuais de poluição e o Parque da Lagoa sendo o único ponto turístico que se encontra inserido na área urbana de São Miguel (Figura 2).

No entorno desse corpo lântico em que a água encontrasse parada sendo mais propensa à poluição e contaminação por falta de gestão adequada dos resíduos sólidos, observam-se habitações e empreendimentos com potencial para afetar a qualidade da água, por processos de poluição através do descarte incorreto dos resíduos resultantes de suas atividades, assoreamento, impactos negativos na biodiversidade e riscos à saúde humana, prejudicando os múltiplos usos da água e a manutenção de ecossistemas saudáveis. O parque é paisagístico mas, em curto período do ano é liberada a pesca para a população.

De acordo com Batista *et al.* (2021) e Wang *et al.* (2021), variáveis como cobertura do solo, erosividade, erodibilidade, declividade e intensidade das chuvas são fatores críticos que interferem no transporte de poluentes. Esses fatores ressaltam a necessidade de uma gestão ambiental integrada, que contemple não apenas a identificação das fontes poluidoras pontuais, mas também a implementação de estratégias de mitigação para reduzir os impactos sobre os recursos hídricos e outros compartimentos ambientais.

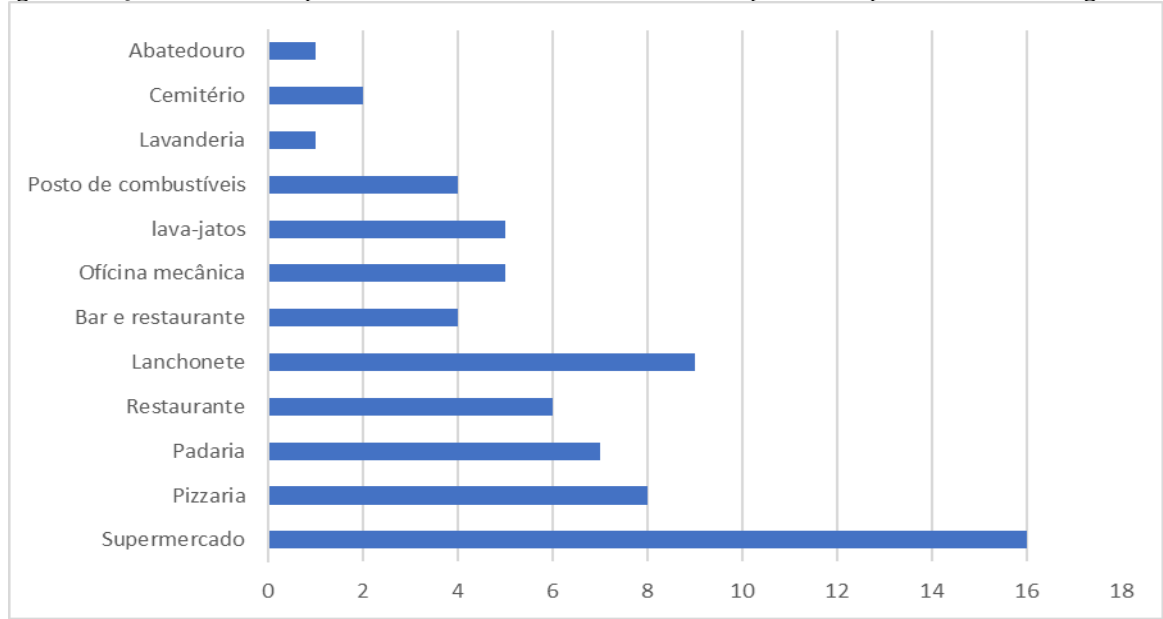
Foram selecionados para o estudo a partir do mapeamento apenas 68 empreendimentos, não sendo os únicos existentes na cidade, que desenvolvem atividades antrópicas dentro dos limites da área urbana de São Miguel-RN. Esses empreendimentos incluem, abatedouro (1), cemitérios (2), lavanderias (1), postos de combustível (4), lava-jatos (5), oficinas mecânicas (5), bar e restaurante (4), lanchonetes (9), restaurantes (6), padarias (7), pizzarias (8) e supermercados incluindo principalmente os de pequeno porte (16), (Figura 3).

Figura 2 – Espacialização das fontes poluidoras pontuais no município de São Miguel/RN.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 3 – Quantidade de empreendimentos identificados como fontes poluidoras pontuais em São Miguel/RN.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A caracterização das principais fontes poluidoras pontuais são informadas na quadro 1, seguindo a ordem da Figura 3 pela quantidade de empreendimentos selecionados para esse estudo. Dessa forma, ela compara as variações entre os empreendimentos, que estão exercendo pressão de poluição e/ou contaminação do ambiente, estando propenso a causar impactos negativos distintos, possibilitando a análise de informações presentes com a projeção dos seguintes impactos associados com cada respectiva atividade, contaminantes e compartimento ambiental.

Quadro 1 – Caracterização das fontes poluidoras pontuais em São Miguel/RN.

Empreendimento	Tipo de Atividade	Contaminantes	Compartimento do ambiente a ser afetado pela contaminação
Abatedouro público	Área destinada ao Abate de bovinos e processamento da carne.	Microrganismos patogênicos, alta carga orgânica e gordura, subprodutos de processamento animal e resíduos de produtos químicos de limpeza.	Solo, água, poluição sonora e do ar.
Cemitério	Área destinada a sepultamentos.	Nutrientes, microrganismos patógenos, carga orgânica, metais pesados, formaldeído, produtos químicos, resíduos de construção.	Contaminação do solo e da água.
Lavanderia	Executa a lavagem de roupas.	Produtos químicos voláteis, microplásticos, resíduos de tecidos e partículas de sujeira.	Contaminação do solo e da água.
Postos de combustível	Fornecimento de combustíveis para veículos automotores.	Hidrocarbonetos, metais pesados, produtos químicos de limpeza.	Poluição dos solos, contaminação do ar e possível contaminação da água.
Lava jatos	Lavagem, lubrificação e polimento de veículos automotores.	Compostos inorgânicos, hidrocarbonetos e orgânicos sintéticos.	Poluição dos solos e contaminação da água.
Oficina mecânica	Manutenção e reparação de veículos automotores.	Hidrocarbonetos, orgânicos cinéticos e metais pesados.	Poluição dos solos, poluição do ar e contaminação da água.
Bar e restaurante	Fornecimento de bebidas e refeições.	Carga orgânica, nutrientes, subprodutos, orgânicos sintéticos e compostos inorgânicos.	Poluição dos solos, do ar, sonora e contaminação da água.
Lanchonete	Fabricação e fornecimento de salgados e lanches.	Carga orgânica, nutrientes, subprodutos, orgânicos sintéticos e compostos inorgânicos.	Poluição dos solos, poluição do ar e contaminação da água.
Restaurante	Preparação e fornecimento de refeições.	Carga orgânica, nutrientes, subprodutos, compostos inorgânicos e orgânicos sintéticos.	Poluição dos solos, poluição do ar e contaminação da água.

Padaria	Fabricação de pães, bolos, biscoito, salgados e doces.	Carga orgânica, nutrientes, subprodutos, orgânicos sintéticos e compostos inorgânicos.	Poluição dos solos, do ar e contaminação da água.
Pizzaria	Produção e armazenamento de pizzas.	Carga orgânica, Nutrientes, subprodutos, orgânicos sintéticos e compostos inorgânicos.	Poluição dos solos, poluição do ar e contaminação da água.
Supermercado	Espaço voltado para venda de produtos em geral.	Compostos inorgânicos, subprodutos, carga orgânica, nutrientes e patógenos.	Poluição dos solos e contaminação da água.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Dentre as fontes, o abatedouro é uma atividade que pode gerar impactos ambientais (quadro 1), como evidenciam Pacheco e Yamanaka (2008), ao afirmarem que resíduos podem causar problemas ambientais, quando implantados tanto na área urbana quanto na rural, especialmente quando os serviços prestados não seguem os padrões de qualidade necessários para garantir a saúde pública, podendo levar à contaminação do solo e da água. Além disso, a liberação de efluentes não tratados, ricos em patógenos e nutrientes, pode contaminar corpos hídricos e causar eutrofização, enquanto os odores gerados afetam a qualidade de vida das comunidades próximas.

Diante esses fatores analisou-se que as atividades realizadas no abatedouro de São Miguel se encaixam nesse cenário de geração de impactos ambientais podendo impactar diretamente tanto a qualidade ambiental como a saúde da população local como doenças transmitidas por alimentos, inseto-vetor, feco-oral. É também importante analisar os riscos de acidentes de trabalho que podem ocorrer pela ausência de equipamentos de segurança com más condições sanitárias e, por sua vez, também expondo a força de trabalho a doenças. Assim, é importante a implementação de sistemas adequados de gestão de resíduos sólidos, tratamento de efluentes líquidos, controle de odores e ruídos, bem como garantir adequação e minimização dos impactos ambientais.

O cemitério gera impactos ambientais, especialmente devido ao manejo inadequado de resíduos sólidos que ocorrem nos dois analisados, e também devido aos efluentes líquidos e lixiviados necróticos provenientes da decomposição dos corpos. Segundo Carneiro (2009), muitos cemitérios são construídos sem a devida preocupação com a impermeabilização da camada inferior do solo, o que permite que o lixiviado necrótico infiltre-se, contaminando o solo e as águas subterrâneas. Outro exemplo o excesso de matéria orgânica, causador de consumo de OD, eutrofização. Esse problema no município evidencia a falta de cuidados essenciais para evitar a poluição ambiental, e justamente pela essa ausência de uma gestão eficiente desses resíduos, faz-se necessário implementar essa adequação e monitorar a qualidade do solo e da água ao redor do cemitério. O maior impacto decorre da proliferação de bactérias e vírus durante o processo de decomposição.

A adoção de sistemas de tratamento adequados, como tratar o necrochorume utilizando a técnica de drenagem para capturá-lo no processo de decomposição. Adotar também medidas sanitárias incluindo a manutenção e limpeza, utilizando produtos químicos como os biodegradáveis, que podem reduzir esses riscos no cemitério, uma vez que substâncias fosfatadas e surfactantes, frequentemente presentes em produtos de lavagem e limpeza, advindos em virtude do fósforo que é um nutriente causador do processo de eutrofização contribuem para a contaminação. Sendo importante também a gestão dos resíduos sólidos dentro do cemitério, os materiais não biodegradáveis como, por exemplo, as flores artificiais e demais resíduos gerados em velórios que são deixados nas sepulturas.

No caso das lavanderias, a situação é preocupante diante à análise, pois elas contribuem

diretamente para a contaminação hídrica. Buss *et al.* (2015) apontam que os produtos químicos utilizados no processo de lavagem, especialmente detergentes não biodegradáveis, são uma das principais fontes de poluição dos efluentes gerados. O descarte inadequado desses produtos e de suas embalagens podem comprometer a qualidade da água e do solo nas áreas circundantes, agravando o cenário de poluição. Dessa forma, a adoção de medidas que podem ser adotadas pela lavanderia inclui a coleta e o tratamento dos efluentes especialmente os físico-químicos: processos oxidativos avançados, membranas, carvão ativado, e o uso de produtos mais seguros e biodegradáveis é essencial para mitigar os impactos ambientais dessas atividades.

Quanto aos postos de combustíveis, Lorenzetti *et al.* (2010) destacam que, por manipularem produtos químicos, como combustíveis fósseis, esses estabelecimentos são considerados fontes de poluição. Os riscos incluem vazamentos em tanques subterrâneos ou tubulações, além da volatilização de substâncias no pátio de abastecimento, o que pode resultar na poluição do ar, contaminação dos solos e das águas subterrâneas, afetando diretamente a comunidade. A geração de resíduos sólidos também é intensificada pela presença de serviços de conveniência integrados aos postos. Medidas como o uso de tecnologias de abastecimento mais sustentáveis, como biodiesel e etanol, que têm impacto ambiental reduzido em comparação aos combustíveis fósseis, e a oferta de recarga para veículos elétricos, seriam fundamentais para mitigar esses impactos. Os postos de combustíveis não têm como prioridade a implementação de sistemas de prevenção contra vazamentos, o descarte correto de resíduos sólidos por meio da separação de materiais, sistema Separador água-óleo, canaletas de drenagem, e o reuso de efluentes tratáveis que são essenciais para minimizar os danos ambientais.

Já os lava-jatos, devido ao uso intensivo de água e produtos químicos em suas atividades, podem contribuir para a poluição da água e do solo, impactando negativamente os ecossistemas locais. Jeronimo e Asevedo (2012) apontam que a lavagem de veículos, além de desperdiçar grandes volumes de água, gera uma quantidade considerável de resíduos, que podem conter surfactantes, poeira, fuligem, graxa, gasolina e outros resíduos típicos dos automóveis. Para minimizar esses impactos, é fundamental que esses lava-jatos que estão inseridos nessa área urbana de São Miguel se adequem a fazer a utilização de produtos biodegradáveis e também implementar sistemas de contenção para os resíduos químicos como sistema separador água-óleo, canaletas de drenagem. Outro ponto importante seria o investimento em sistemas autônomos de tratamento de efluentes, o que possibilitaria o reuso da água tratada e a minimização dos riscos de contaminação dos recursos hídricos locais.

Em relação as oficinas mecânicas, em suas atividades diárias, geram resíduos perigosos, como óleos e solventes, que, quando não são gerenciados corretamente, podem contaminar o solo e a água, além de representarem risco de incêndio, dependendo das condições de armazenamento. Outro fator preocupante e ocorre nesses empreendimentos é o descarte inadequado de embalagens, que também contribui para a poluição e contaminação ambiental em São Miguel. Pedrosa *et al.* (2023) destacam que as oficinas mecânicas apresentam um grande potencial poluidor devido à diversidade de resíduos gerados, dificultando o descarte adequado. A situação torna-se ainda mais crítica quando esses resíduos, incluindo peças e materiais, são coletados pelos serviços municipais e descartados em lixões a céu aberto, aumentando os riscos de contaminação. Para mitigar esses impactos, é essencial a adoção de pisos impermeáveis, o manejo correto de resíduos líquidos, o controle das emissões, a separação e descarte adequado dos materiais e peças utilizados, além da manutenção de um monitoramento ambiental contínuo, visando minimizar os danos ambientais e assegurar práticas mais sustentáveis, sistema separador água-óleo e canaletas de drenagem.

Em relação a bares e restaurantes, são semelhantes aos serviços de comercialização de bebidas e refeições, lanchonete, restaurante, padaria e pizzaria, sendo estes, empreendimentos comuns, isso por exercerem papéis parecidos se tratando dos descartes dos resíduos orgânicos,

embalagens, óleos e materiais de limpeza, além da emissão de gases poluentes. Esses empreendimentos necessitam de medidas mitigadoras que sejam eficazes na redução do uso de produtos e materiais utilizados, adotar políticas internas que possibilitem a adoção de hábitos sustentáveis como a inserção de sistema de esgotamento sanitário, a redução de desperdícios de alimentos, separação e descarte adequado de resíduos gerados.

Já os supermercados enfrentam desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos, especialmente devido ao elevado consumo de embalagens plásticas e de papelão, o que agrava a situação ambiental. Ceretta e Froemming (2013) apontam que o descarte proveniente das compras em supermercados contribui substancialmente para a produção de grandes volumes de lixo doméstico, uma das principais fontes de poluição ambiental. Diante disso, é fundamental desenvolver ações que reduzam a geração de resíduos e mitiguem seus impactos. A promoção de práticas sustentáveis, como a separação adequada dos resíduos produzidos internamente, adotar medidas de reciclagem e incentivo a redução do uso de sacolas plásticas, à implementação de sistemas eficientes de esgotamento sanitário, torna-se imprescindível. Essas possíveis soluções podem contribuir para combater a poluição, evitando consequências graves para o meio ambiente. Após análise constatou-se que a minimização da poluição plástica em escala local não é uma medida adota pelos supermercados presentes nesse trabalho.

Mediante a toda essa análise, é possível observar que as oficinas mecânicas, são empreendimentos que podem ser considerados o que se encontram exercendo maior pressão no ambiente na cidade de São Miguel, diante da qualidade de seus contaminantes gerados e sua periculosidade com alta concentração de carga orgânica nesse ambiente a partir do manejo constante de óleos à base de hidrocarbonetos, e a presença dos metais pesados tanto das sucatas no local, como também das peças de reposição e a realização das manutenções. Chama a atenção também nas oficinas o contato direto que ocorre desses produtos com o solo, ocorrendo a infiltração comprometendo as águas subterrâneas. Essa infiltração pode atingir uma proporção maior, principalmente se esse tipo de empreendimento não contar com piso impermeável de forma correta que é justamente a situação em que se encontram algumas dessas oficinas após análise nesse estudo.

Em termos ambientais, o Parque da Lagoa é considerado a área mais vulnerável devido a sua posição na porção mais baixa do relevo, sendo este o único ponto turístico com natureza de corpo lântico em que encontra-se centralizado na área urbana, necessitando de atenção e cuidados especiais. O local enfrenta sérios riscos de contaminação devido às atividades em seu entorno, como oficinas mecânicas, supermercados, lava-jatos de veículos e postos de combustíveis, os quais contribuem para a disseminação de poluentes. Esses riscos incluem poluição da água, assoreamento, degradação da qualidade da água, impactos na saúde pública e nos ecossistemas aquáticos e terrestres. Durante os períodos chuvosos, onde pode ocorrer a lixiviação pelas ruas da cidade, atingindo diretamente o corpo hídrico.

É importante destacar que, embora as oficinas mecânicas tenham um elevado potencial poluidor, os demais empreendimentos também exercem pressão significativa como fontes poluidoras pontuais em São Miguel e nas áreas adjacentes. A periculosidade dessas atividades não se atribui necessariamente pela sua localização urbana, mas sim pela sua gestão inadequada dos seus resíduos e práticas ambientais. A ausência de um sistema adequado de gerenciamento como a separação e destinação correta de resíduos sólidos torna a situação ainda mais preocupante, acentuando os riscos ambientais presentes.

Diante disso, é fundamental mitigar os impactos gerados por essas atividades em São Miguel sem a necessidade de realocar os empreendimentos. Sendo adequado a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos que tem como objetivo a redução da geração de resíduos e promoção de uma gestão de forma ambientalmente adequada. A coleta seletiva dos resíduos, tratamento e destinação final correta diretamente para um aterro sanitário licenciado que esteja de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010),

não sendo permitido lixo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que os empreendimentos locais e as atividades antrópicas realizadas na área urbana têm o potencial de gerar impactos ambientais. Esses fatores indicam a necessidade de ações voltadas para a minimização dos danos ambientais. O estudo identificou que o Parque da Lagoa além de ter função paisagística, ocorre a liberação para a prática da pesca durante um curto período do ano, e por se encontrar na porção mais baixa do relevo, é considerado uma das áreas mais vulneráveis à poluição, tornando-se mais suscetível à contaminação pelos resíduos orgânicos gerados nas atividades em seu entorno, como oficinas mecânicas, supermercados, lava-jatos de veículos e postos de combustíveis. Essas atividades liberam microrganismos, patógenos, nutrientes, carga orgânica, metais pesados, hidrocarbonetos e produtos químicos, contribuindo para a deterioração da qualidade da água e a contaminação ambiental sendo viável em estudos futuros a realização da análise da qualidade da água, bem como também manter o seu monitoramento no parque.

Conclui-se, ainda, que os empreendimentos identificados neste estudo apresentam a ausência de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, constatados em meio a visita in loco realizada apenas na área externa dos empreendimentos, onde os resíduos são descartados, e encontrasse exercendo pressão constante sobre o ambiente local. Essas áreas além de estarem expostas à poluição e à contaminação do solo, encontram-se em situação de vulnerabilidade, o que compromete toda a região, tornando-se especialmente crítica quando os resíduos orgânicos gerados pelas atividades antrópicas são lixiviados pelas ruas da cidade, contaminando corpos d'água e infiltrando-se no solo, com potencial de atingir as águas subterrâneas e intensificar os impactos ambientais. Em estudos futuros torna-se possível a elaboração do mapa potenciométrico, com base na elevação, para indicar as direções de escoamento. Também sendo possível realizar estudo identificando a cobertura do solo, erosividade, erodibilidade, declividade e intensidade de chuvas. Pode-se também incluir a área rural deixando o trabalho mais completo, apresentando os impactos ambientais em todo o município de São Miguel.

Desse modo, evidencia a necessidade de fortalecer as políticas públicas, bem como a implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos na cidade de São Miguel, RN. Intensificar os licenciamentos ambientais dessas atividades potencialmente poluidoras e também intensificar as fiscalizações, parceria entre o setor público e privado, aprimorar o monitoramento da qualidade ambiental e investir em tecnologias renováveis. Além disso, é essencial promover a educação ambiental, tanto para conscientizar a população atual quanto para formar as futuras gerações, que precisam atuar de maneira ativa e contínua na preservação do meio ambiente. Essas ações são fundamentais para enfrentar as fontes poluidoras pontuais identificados, contribuindo para a proteção do meio ambiente e garantindo um futuro mais saudável e sustentável para toda a cidade. Além de identificar as atividades antrópicas que exercem maior pressão sobre o ambiente e os compartimentos ambientais afetados, a pesquisa também visa fornecer informações que poderão apoiar o aprimoramento do Plano Diretor, servindo como base para decisões das autoridades locais, buscando a melhoria das condições de saúde pública e da qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

AHSAN, M. *et al.* Point source pollution. **South Asian Research Journal of Biology and Applied Biosciences**, v. 6, n. 4, p. 1-2, 2024.

AMARAL, É. B. de M. Impacto ambiental das atividades antrópicas em rios urbanos. **UNISANTA Bioscience**, v. 11, n. 2, p. 97-108, 2022.

BARSAY, V. P. Responsibility and liability of upstream cities for the public nuisance to the downstream cities along the River Ganga. **NUJS Journal of Regulatory Studies**, v. 7, n. 1, p. 66-78, 2022.

BATISTA, R. A. W. *et al.* Estimativa do fator de erosividade do solo da região do Vale do Ribeira Paulista, Brasil. **Formação (Online)**, v. 28, n. 53, p. 441-460, 2021.

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 União**: seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 147, p. 3, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 13 fev. 2025

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 124, n. 31, p. 2548-2549, 17 fev. 1986. Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Painel sobre Informações de Saneamento. **Ministério das Cidades**, 2020. Disponível em: <http://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Panorama: São Miguel - RN 2022. **IBGE**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/sao-miguel/panorama>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Reservatórios DNOCS. **DNOCS**, 2024. Disponível em: https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=264&reservatorio=Açude+Bonito+II. Acesso em: 12 mar. 2024.

BUSS, M. V. *et al.* Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 2, p. 2-10, 2015.

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 1, p. 1-18, 2009.

CERETTA, S. B.; FROEMMING, L. M. S. O papel dos supermercados na etapa da geração e descarte do lixo e o reflexo na questão ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 24, p. 235-259, 2013.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, ed. esp., p. 9-18, 2001.

FRANÇA, L. R. C. **Aplicação de técnicas de desenvolvimento de baixo impacto no controle da poluição de águas em sistemas de drenagem urbana**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

GIZAW, Z. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v. 24, p. 1-21, 2019.

HUMBERTO, G. S ... [et al.]. – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 6. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : **Embrapa**, 2025. 393 p. ISBN 978-65-5467-104-0

JERONIMO, C. E. M.; ASEVEDO, K. C. S. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava-jatos) em Natal-RN. **Scientia Plena**, v. 8, n. 11, 2012.

JI, J. *et al.* High-resolution mapping of the rainfall runoff pollution: case study of Shiwuli River watershed, China. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-12, 2022.

LORENZETT, D. B.; ROSSATO, M. V. A gestão de resíduos em postos de abastecimento de combustível. **Revista Gestão Industrial**, v. 6, n. 2, p. 110-125, 2010.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

NEIVA, S. S. **Quantificação da carga de poluição difusa e pontual como ferramenta para planejamento no alto curso da bacia hidrográfica do rio Manhuaçu**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2021.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. **Guia Técnico Ambiental de Abates (bovino e suíno)**. São Paulo: CETESB, 2008.

PEDROSO, G. M. *et al.* A identificação das práticas ambientais de descarte de resíduos de uma empresa do ramo de manutenção de veículos. **Saber Humano: Revista Científica da Faculdade Antonio Meneghetti**, v. 13, n. 23, p. 123-138, 2023.

POMPÊO, M.; CARLOS, V. M.; LÓPEZ, J. C. (Orgs.). **Aspectos da ecotoxicidade em ambientes aquáticos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2022.

REIS SOBRINHO, B. M. dos. **Cemitérios e Meio Ambiente**. 2002. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental) – Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2002.

RIO GRANDE DO NORTE. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Perfil do seu município: São Miguel. **Rio Grande do Norte**, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013841.PDF>. Acesso em: 21 set. 2024.

SÃO MIGUEL. Prefeitura Municipal. Readequação do Aterro Sanitário. **Prefeitura Municipal de São Miguel**, 2023. Disponível em:

<https://www.saomiguel.rn.gov.br/evento/readequacao-do-aterro-sanitario>. Acesso em: 05 mar. 2024.

SODRÉ, F. F. Fontes difusas de poluição da água: características e métodos de controle. **Artigos Temáticos do AQQUA**, v. 1, p. 9-16, 2012.