



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS-DECEN
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

RÔMULO JOSEILTON FERREIRA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO CONTROLADO DO
MUNICÍPIO DE ANTÔNIO MARTINS/RN**

PAU DOS FERROS

2025

RÔMULO JOSEILTON FERREIRA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO CONTROLADO DO
MUNICÍPIO DE ANTÔNIO MARTINS/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Joel Medeiros Bezerra, Prof. Dr.

PAU DOS FERROS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586d Silva, Rômulo Joseilton Ferreira da.
Diagnóstico ambiental do aterro controlado do
município de Antônio Martins/RN / Rômulo Joseilton
Ferreira da Silva. - 2025.
59 f. : il.

Orientador: .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Resíduo sólido urbano. 2. Diagnóstico. 3.
Disposição final. I. , , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RÔMULO JOSEILTON FERREIRA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE
ANTÔNIO MARTINS/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Campus Pau dos Ferros, como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 15 / 12 / 2025.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
JOEL MEDEIROS BEZERRA
Data: 15/01/2026 08:42:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Joel Medeiros Bezerra, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente

Documento assinado digitalmente



DANIELA DA COSTA LEITE COELHO
Data: 15/01/2026 08:52:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Daniela da Costa Leite, Prof. Dr. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



CERES VIRGINIA DA COSTA DANTAS
Data: 30/12/2025 11:30:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ceres Virginia da Costa Dantas, Prof. Dr. (IFRN)

Membro Examinador

À minha mãe (In Memoriam).

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por iluminar meus caminhos e me dar força para seguir adiante em cada etapa desta jornada.

À minha família, pelo amor e apoio de sempre, ao meu pai e à minha irmã, que estiveram ao meu lado nos momentos mais importantes, e à minha querida mãe, que já faleceu, mas cujo esforço, incentivo aos estudos e carinho continuam guiando minha vida, minha eterna gratidão.

Ao meu orientador, Dr. Joel Medeiros Bezerra, por acreditar no meu potencial, pelo incentivo e pela orientação atenciosa na construção deste trabalho.

Aos meus amigos, colegas e professores do curso de graduação, que compartilharam comigo desafios, conquistas e aprendizados, sempre com espírito de colaboração e amizade.

ÉPIGRAFE

Se você fizer aquilo que a sua intuição manda,
usando bom senso e deixando de lado a
vaidade, você tem todas as possibilidades de
ter o seu objetivo.

Silvio Santos.

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos sólidos resulta em graves consequências ambientais, sociais e econômicas, em que do ponto de vista ambiental, a disposição inadequada destes pode contaminar o solo, a água e o ar, além de aumentar a proliferação de vetores de doenças. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), essa técnica de disposição final apresenta condições seguras para a saúde pública e para o meio ambiente, uma vez que se baseia em critérios de engenharia destinados a reduzir a área ocupada e minimizar a geração de passivos ambientais. Diante desse contexto, o presente trabalho almejou realizar um diagnóstico ambiental do aterro controlado localizado no município de Antônio Martins, estado brasileiro do Rio Grande do Norte, com o intuito de avaliar suas condições operacionais e de infraestrutura presentes, tal como elencar os impactos ambientais resultantes de sua atividade no cenário local. No município de Antônio Martins/RN tem-se a presença de uma área de disposição dos resíduos sólidos produzidos, aterro comum de pequeno porte na zona rural, utilizado como ponto de disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados pela população local. Sendo avaliada pela aplicação do índice denominado Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) corresponde a uma ferramenta estruturada para avaliação de áreas de disposição final de resíduos. A pesquisa utilizou questionários aplicados a moradores de Antônio Martins/RN para avaliar a percepção social sobre a gestão de resíduos sólidos e os impactos do antigo lixão e do atual aterro controlado, e a análise baseou-se em uma amostra de 25 entrevistados que residem nas proximidades do aterro. Entre as principais deficiências identificadas estão a ausência de impermeabilização, falta de drenagem de chorume e gases, inexistência de cobertura adequada e carência de monitoramento, fatores que ampliam riscos ambientais e à saúde pública. O diagnóstico apontou necessidade urgente de readequações, incluindo obras de engenharia, melhorias operacionais e implementação de um plano integrado de gestão de resíduos. O estudo contribui ainda para orientar políticas públicas e ações técnicas voltadas à regularização ambiental e à sustentabilidade do sistema de manejo de resíduos sólidos do município.

Palavras-chave: resíduo sólido urbano; disposição final; diagnóstico;

ABSTRACT

The improper disposal of solid waste results in serious environmental, social, and economic consequences. From an environmental perspective, inadequate disposal can contaminate soil, water, and air, in addition to increasing the proliferation of disease vectors. According to the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), this final disposal technique provides safe conditions for public health and the environment, as it is based on engineering criteria designed to reduce the occupied area and minimize the generation of environmental liabilities. In this context, the present study aimed to carry out an environmental diagnosis of the controlled landfill located in the municipality of Antônio Martins, in the Brazilian state of Rio Grande do Norte, in order to evaluate its operational and infrastructure conditions, as well as to identify the environmental impacts resulting from its activity in the local scenario. In the municipality of Antônio Martins/RN, there is an area for the disposal of solid waste produced, consisting of a small-scale common landfill located in a rural area, used as the final disposal site for municipal solid waste (MSW) generated by the local population. The area was evaluated through the application of the index known as the Landfill Quality Index (Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR), which is a structured tool for assessing final waste disposal sites. The research used questionnaires applied to residents of Antônio Martins/RN to assess social perception regarding solid waste management and the impacts of the former open dump and the current controlled landfill. The analysis was based on a sample of 25 interviewees living in the vicinity of the landfill. Among the main deficiencies identified are the absence of impermeabilization, lack of leachate and gas drainage systems, inexistence of adequate cover, and insufficient monitoring, factors that increase environmental and public health risks. The diagnosis indicated an urgent need for adjustments, including engineering works, operational improvements, and the implementation of an integrated solid waste management plan. The study also contributes to guiding public policies and technical actions aimed at environmental compliance and the sustainability of the municipality's solid waste management system.

Keywords: urban solid waste; final disposal; diagnosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de um aterro controlado	22
Figura 2 - Estrutura de um aterro sanitário.....	23
Figura 3 - Mapa de localização do município e aterro de Antônio Martins/RN	32
Figura 4 - Estrutura portaria e controle de acesso ao aterro de Antônio Martins/RN	34
Figura 5 - Estrutura contenção e isolamento do aterro controlado de Antônio Martins.....	35
Figura 6 - Disposição irregular de resíduos recicláveis no aterro controlado.....	36
Figura 7 - Presença de segregação de resíduos recicláveis, decorrente a existência de bag's.....	36
Figura 8 - Acúmulo de material orgânico de podas no aterro controlado.....	37
Figura 9 - Deposição não segregada de resíduos orgânicos misturados a resíduos sólidos urbanos.....	37
Figura 10 - Mapa dos Corpos Hídricos no Entorno do Aterro de Antônio Martins/RN.....	38
Figura 11 - Dispersão de resíduos sólidos pela ação do vento.....	43
Figura 12 - Presença de aves (urubu) no local do aterro controlado de Antônio Martins/RN	45
Figura 13 - Dispersão de resíduos sólidos pela ação do vento.....	50

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - síntese da abordagem.....	28
Tabela 2 - Enquadramento dos valores do IQR referentes aos locais de disposição final dos resíduos sólidos.	31
Tabela 3 - Manejo dos distintos tipos de resíduos, frequência, viagens e destinação final.....	39
Tabela 4 - Enquadramento dos valores do IQR referentes aos locais de disposição final dos resíduos sólidos.	40
Tabela 5 - Questionário padronizado com os parâmetros do IQR.	47
Tabela 6 - Valores finais obtidos de cada item.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Opinião acerca dos principais problemas causados pelo lixo	44
Gráfico 2 - Destino matéria orgânica descartada.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CETESBE – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IQR – Índice de Qualidade de Resíduos de Aterro

NBR – Norma Brasileira PNRS – Plano Nacional de Resíduos sólidos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Definições e caracterização dos resíduos sólidos	18
2.2 Geração de resíduos sólidos	20
2.3 Gestão, gerenciamento e manejo de resíduos.....	20
2.4 Disposição final de resíduos	21
2.4.1 Depósito em céu aberto	22
2.4.2 Aterro controlado.....	23
2.4.3 Aterros sanitários.....	24
2.4.5 Avaliação de aterros controlados e seus impactos.....	25
3 MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 Procedimentos	29
4 ÁREA DE ESTUDO	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Caracterização e infraestrutura do aterro	34
5.2 Gestão administrativa do aterro	40
5.2.1 Implementação de projetos de coleta e reciclagem	41
5.3 Aspectos sociais e percepção comunitária do aterro	42
5.4 Aplicando o iqr no aterro controlado do município de antonio martins.....	47
5.5 Determinação do índice de qualidade do aterro (IQR).....	52
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS.....	56
ANEXO.....	59

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Fiorillo (2009) o lixo urbano está inserido no fenômeno da urbanização e atinge de forma considerável os valores ambientais. Uma vez que, os resíduos sólidos têm sido negligenciados tanto pelo poder público como pelos legisladores e administradores, devido provavelmente à ausência de divulgação de seus efeitos poluidores (Machado, 2010).

Sendo que, o descarte inadequado de resíduos sólidos resulta em graves consequências ambientais, sociais e econômicas, a partir de uma perspectiva social, a existência de lixões a céu aberto afeta a qualidade de vida das comunidades vizinhas, agravando questões de saúde pública e exclusão social, frequentemente associadas ao trabalho informal de catadores, mas também no que diz respeito à economia, os gastos com a recuperação de áreas degradadas, tratamento de doenças e perda de materiais recicláveis afetam diretamente as finanças públicas e a eficácia da gestão de recursos.

A gestão dos resíduos sólidos urbanos permanece como um dos maiores desafios ambientais no Brasil, sobretudo em municípios de pequeno porte, onde as limitações financeiras e técnicas dificultam a implementação de soluções efetivas. Contudo, a PNRS prescreve alternativas criativas e adequadas para o manejo dos resíduos sólidos produzidos, estando previsto o dispositivo final de engenharia sanitária do aterro sanitário, o qual consolidou-se como uma das soluções mais viáveis frente aos impactos gerados pelo descarte inadequado. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (Abnt, 2010), essa técnica de disposição final apresenta condições seguras para a saúde pública e para o meio ambiente, uma vez que se baseia em critérios de engenharia destinados a reduzir a área ocupada e minimizar a geração de passivos ambientais.

Apresentando assim uma relação favorável entre custo-benefício e de possibilitar a adaptação a diferentes realidades municipais, os aterros sanitários funcionam como sistemas dinâmicos, nos quais ocorrem processos químicos e biológicos responsáveis pela formação de biogás, pela mineralização dos resíduos e pela geração de lixiviado (Almeida, 2012). Entretanto, torna-se necessária a adoção de instrumentos de avaliação das condições operacionais e de segurança das áreas de disposição final, capazes de identificar falhas estruturais e operacionais, monitorar riscos de contaminação ambiental e subsidiar a adoção de medidas corretivas e preventivas. Nesse sentido, a gestão eficaz dos resíduos sólidos requer não apenas a implantação de infraestruturas adequadas, mas também o monitoramento

contínuo de seu desempenho e de seus impactos socioambientais, em conformidade com os padrões legais vigentes.

No município de Antônio Martins/RN, os resíduos sólidos urbanos são destinados a um aterro controlado de pequeno porte localizado na zona rural, dada a ausência de coleta seletiva e de políticas eficazes de educação ambiental resulta no descarte conjunto de diferentes tipos de resíduos, inviabilizando a segregação e o reaproveitamento de materiais recicláveis. Essa situação evidencia a ineficiência do modelo atual de manejo e potencializa os riscos ambientais e sociais associados.

Diante da relevância do manejo e disposição final adequada dos resíduos sólidos urbanos para a saúde pública, qualidade ambiental e sustentabilidade econômica das cidades, faz-se necessário desenvolver ações voltadas a monitorar e avaliar as condições estruturais e operacionais dos sistemas de disposição. Entretanto, no município de Antônio Martins/RN, o uso de um aterro controlado, que carece de infraestrutura técnica adequada e de políticas sólidas de coleta seletiva e educação ambiental, coloca o solo, a água e o ar em risco de contaminação, além de afetar a qualidade de vida dos habitantes locais.

Almejando proporcionar a avaliação da infraestrutura local, associado a condições de operação dos aterros, surge aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), concebida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb (2020). Tal metodologia poderá avaliar as condições ambientais e de operação local, ao fornecer um índice que mede o nível de adequação do aterro aos critérios técnicos e legais, considerando diversos aspectos técnicos, ambientais e sanitários, oferecendo informações para medidas corretivas e de gestão ambiental e além disso, apoiando a decisão dos gestores públicos sobre a adequação, recuperação ou fechamento do aterro, fornecendo informações para medidas corretivas e de gestão ambiental e além disso, apoia a decisão dos gestores públicos sobre a adequação, recuperação ou fechamento do aterro.

Assim, compreender os impactos decorrentes das práticas e do manejo inadequado dos resíduos sólidos por meio de uma análise e diagnóstico ambiental, possibilitará enlevar oportunidades de melhorias voltadas a adoção de ações corretivas e preventivas para aprimorar a gestão de resíduos sólidos no município.

Portanto, este estudo se justifica por auxiliar na criação de estratégias para atender às exigências técnicas e legais, revelando a urgência de estudos voltados ao diagnóstico e ao monitoramento desses sistemas, ao contribuir para a preservação ambiental, e um modelo de gestão mais eficiente e sustentável.

O presente trabalho almejou realizar um diagnóstico ambiental do aterro controlado localizado no município de Antônio Martins/RN, estado brasileiro do Rio Grande do Norte (RN), com o intuito de avaliar suas condições operacionais e de infraestrutura presentes, tal como elencar os impactos ambientais resultantes de sua atividade no cenário local.

Como objetivo específicos tem-se:

- I. Caracterizar os aspectos e propriedades ambientais e sociais da área do estudo;
- II. Discriminar a atual estrutura física do aterro controlado do município em estudo;
- III. Avaliar o contexto histórico de uso e ocupação do solo no entorno do aterro analisado;
- IV. Avaliar o cumprimento e conformidades das normativas e diretrizes ambientais e demais legislações pertinentes;
- V. Aplicar o Índice de Qualidade de Aterros (IQR) para avaliar o sistema de disposição final de resíduos.
- VI. Analisar e identificar os potenciais e efetivos impactos ambientais decorrentes da operação do atual cenário do aterro;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definições e Caracterização dos Resíduos Sólidos

A resolução do Conama nº 5, de 5 de agosto de 1993, estabelece definições e diretrizes sobre os resíduos sólidos, determinando medidas voltadas a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Abordas tais definições para uma melhor compreensão das responsabilidades, critérios de manejo, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final desses resíduos.

Os resíduos sólidos são descritos, de forma geral como rejeitos em estado sólido e semissólido resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição (Conama,1993).

No entanto, na literatura tem-se a destinação de resíduos e rejeito, sendo o resíduo passível de aproveitamento, seja pela reciclagem ou reinserção na cadeia produtiva. Enquanto, o rejeito seria o material que não apresenta viabilidade técnica econômica de reinserção na cadeia produtiva, sendo destinado para o aterro sanitário para sua disposição final.

É fundamental a compreensão da ampla diversidade de fontes geradores de resíduos, uma vez que cada uma apresenta características físicas, químicas e biológicas específicas, que interfere nas estratégias de manejo e destinação final. Logo, o conceito de resíduos sólido pode ser classificado quanto à sua origem e quanto a sua periculosidade. Segundo o relatório do Planares (2020), a origem dos Resíduos Sólidos Urbanos RSU, é proveniente dos domicílios, da limpeza urbana, da construção civil, das atividades industriais, dos serviços de saneamento básico, dos serviços de saúde, dos serviços de transporte, agrossilvopastoris e da mineração. Já em relação à periculosidade, o relatório classifica em duas categorias, os perigosos, quando causam riscos à saúde humana e ao meio ambiental, e os não perigosos, quando não oferecem ameaças diretas.

Nesse contexto de periculosidade, a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de número 10.004 do ano de 2024, que define os laudos de classificação de resíduos devem indicar a origem, o processo de segregação e os critérios de análise, podendo incluir exames laboratoriais quando necessário. Esses documentos devem ser elaborados por técnicos habilitados. A norma estabelece ainda que os resíduos sejam classificados em duas categorias: classe I (Perigosos), classe II (Não perigosos).

Os resíduos perigosos (Classe I) são definidos como aqueles que oferecem riscos diretos e significativos a saúde pública e ao meio ambiente, essa categoria inclui os materiais como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, exigindo assim cuidados especiais em seu manuseio, transporte, tratamento e disposição final, com o intuito de evitar acidentes e impactos socioambientais.

Já os resíduos Não Perigosos (classe II) englobam ainda materiais com biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, podendo interagir com o meio ambiente de maneira controlada, mas que requer gestão correta para evitar sobrecarga dos sistemas de tratamento. Esta categoria abrange resíduos que, embora não sejam inerentemente perigosos, ainda podem impactar negativamente o meio ambiente se descartados incorretamente. Entretanto, a norma existe a verificação da presença de Poluente orgânicos persistentes (POPs) devido ao forte impacto ambiental e à saúde pública.

Em síntese, é de suma importância a compreensão das definições sobre a temática, para que seja possível identificar os riscos a cada tipo de resíduo e indicar a melhor estratégia de coleta, tratamento e destinação finais mais apropriadas para cada um dos tipos distintos. Logo, esse entendimento auxilia no diagnóstico de quais resíduos demandam monitoramento rigoroso, devido a preocupação crescente com substâncias de alta toxicidade, norteadas quais podem ser encaminhados para a reciclagem e estando passíveis de reaproveitamento, garantindo assim que as operações ocorram de forma eficiente, segura tanto para a saúde da população como para a preservação do meio ambiente.

2.2 Geração de resíduos sólidos

Atualmente no Brasil tem-se uma estimativa de produção per capita média da ordem de 1,047 kg de resíduo sólido urbano (RSU) por dia, segundo dados do último panorama feito pela Abrema (2024). Comparando esse valor com o número de habitantes estimado no Brasil têm-se uma geração anual de aproximadamente 81 milhões de toneladas de RSU, isso equivale a cerca de 382 kg de resíduos por habitante em um intervalo de um ano. (Abrema, 2024)

O volume expressivo de RSU gerados em um único ano evidencia falhas estruturais na coleta seletiva e infraestrutura de tratamento, que muitas vezes são insuficientes nos municípios brasileiros. Além disso, a dependência de aterros em situação de operação inadequada, contribui fortemente para a contaminação do solo e dos recursos hídricos, emissões de gases tóxicos e risco à saúde pública.

2.3 Gestão, gerenciamento e manejo de resíduos

A gestão, o gerenciamento e manejo de resíduos são processos complementares e fundamentais para a sustentabilidade ambiental. A política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apresenta conceitos centrais de gestão integrada e gerenciamento do RS, onde se busca um planejamento amplo das políticas públicas, na economia, no ambiental, no cultural e no social.

A gestão atua como todas as normativas e leis relacionadas a RS, o gerenciamento relaciona-se a todas as operações necessárias em relação aos resíduos, como coleta, tratamento, disposição final, entre outras (Lopes, 2003). Já o manejo desses resíduos abrange um conjunto de práticas e procedimentos aplicados no dia a dia, como segregação na fonte, acondicionamento adequado, armazenamento temporário, coleta, transporte, tratamento (reciclagem, compostagem, biodigestão, incineração com aproveitamento energético) e disposição final correta dos rejeitos. A Lei nº 12.305/2010, em seu Art. 3º, inciso XI define os conceitos como sendo:

“Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.” (Brasil, 2010).

No contexto amplo e global, a gestão busca através de políticas públicas que fazem uso de leis, normas e diretrizes rígidas para garantir um consumo mais consciente e um descarte correto dos materiais.

“Hoje, em meio a um cenário preocupante, percebe-se que vários países vêm implementando, em suas políticas públicas, medidas para redução de geração de resíduos com incentivo à promoção da economia circular por meio de reuso e reciclagem – e, nos casos em que essas atividades não se viabilizam, pelo aproveitamento energético. Os países desenvolvidos ainda enfrentam desafios na geração de resíduos, e esses desafios são ainda maiores em países em desenvolvimento, como o Brasil” (Bndes setorial, 2019. p.157).

Para alcançar os princípios e diretrizes internacionais, os países incentivam a participação conjunta do poder público, do setor privado e da sociedade civil, reforçando o sentimento de responsabilidade de todos como comunidade. Essas ações são fundamentais para a promoção da economia circular, que mitiga os impactos ambientais da contaminação do solo e dos recursos hídricos, além de promover a melhoria da qualidade de vida da população através de reuso, reciclagem e do aproveitamento energético, nos casos em que os materiais não são adequados para o reuso.

Esse conjunto de normativas e leis impõe obrigações a serem cumpridas por parte dos municípios, evidenciando a responsabilidade de providenciar tratamento e destinação final correta para todos os RS, sendo estabelecido a política dos 7R's: Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Reparar e Reintegrar (Galvão 2022). Portanto, a incorporação da política dos 7R's, embora conceitualmente robusta, ou seja, exigindo mais do que diretrizes formais: demanda ações educativas, infraestrutura adequada e vontade política para transformar princípios sustentáveis em práticas cotidianas.

2.4 Disposição final de resíduos

A disposição final de RS trata-se da etapa onde se define o destino dos materiais que não passaram pela fase de reuso, reciclagem ou aproveitados de a outra forma, sendo considerada uma das fases mais críticas de toda a gestão de resíduos. Segundo a PNRS (2010), a disposição deve ocorrer de forma ambientalmente adequada, com prioridade na saúde pública e na proteção do meio ambiente.

A Lei nº 12.305 de 2010, Art. 3º § VIII, define a disposição final ambientalmente adequada como sendo a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, que passaram por processos operacionais específicos e embasados nas normativas vigentes, e são destinados ao

aterro sanitário, este sendo a única forma permitida por lei, pois os processos internos visam a diminuição dos danos ou riscos à saúde pública e à segurança, além de minimizar os impactos ambientais. Mesmo este sendo o único método aprovado por lei, ainda existe tipos de disposição inadequadas de RS, sendo elas o depósito em céu aberto e o aterro controlado.

2.4.1 Depósito em céu aberto

A PNRS caracteriza o aterro comum ou lixão, como sendo depósito em céu aberto, ocorrendo a prática inadequada e ilegal de disposição final dos RS, uma vez que estes não atendem aos requisitos técnicos e ambientais necessários para assegurar e garantir a proteção socioambiental (Brasil,2010). Em síntese trata-se de espaços onde o lixo é coletado e destinado a espaços onde são colocados diretamente sob o solo sem nenhuma forma de controle, essa ação acarreta a poluição do solo, os lenções freáticos e o ar. Tornando-se assim, espaços propícios para geração de vetores de doenças (moscas, baratas, ratos e entre outros).

Contudo, os lixões a céu aberto, infelizmente conduz parte do cotidiano da sociedade. De acordo com o Ibge (2023), 31,9% dos municípios brasileiros ainda utilizam lixões como unidade de disposição final de resíduos sólidos, considerada a pior maneira de destinação final do resíduo. Em 28,6%, ela era feita em aterros sanitários enquanto aterros controlados eram utilizados em 18,7%, ressaltando as características de ausência de uma aplicação técnica de tratamento adequado de resíduos sólidos e sua disposição.

O Ibge (2023) reitera-se que, a falta de incentivos financeiros/fiscais e/ou previsão orçamentária foi a maior dificuldade relatada, informada por 2.872 municípios. De acordo com Mendes et al. (2020), os pequenos municípios enfrentam desafios significativos relacionadas as gestões dos RSU, devido à ausência de incentivos econômicos, de acesso insuficiente às tecnologias, dificuldade em organizar a gestão adequada de resíduos, ausência de planos e formação técnica inadequada dos profissionais.

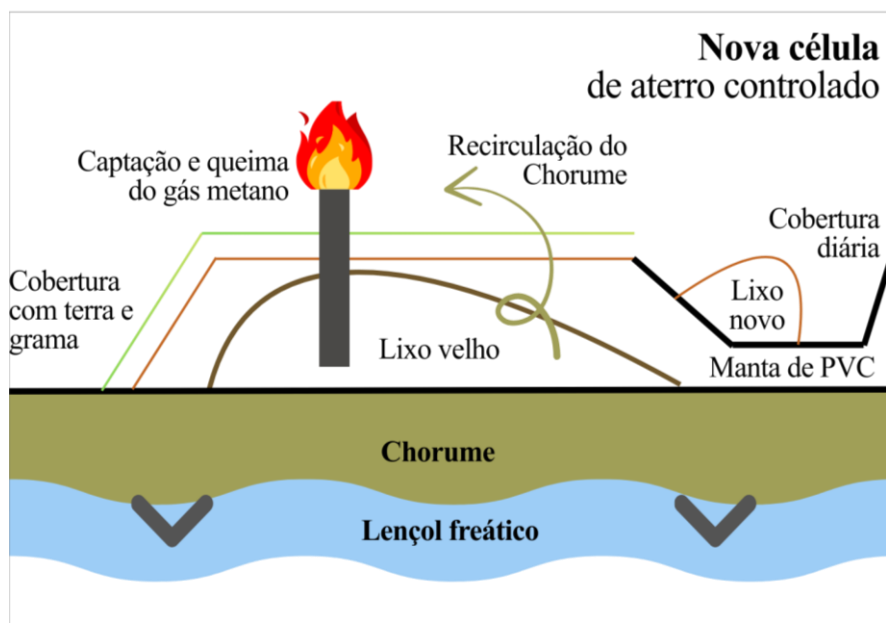
2.4.2 Aterro controlado

A compreensão das diferenças entre os tipos de estruturas para disposição final de resíduos sólidos é fundamental para avaliar os impactos ambientais associados, portanto é de suma importância evidenciar as normativas dada pelo Ibge (2024);

“O lixão e o aterro controlado são muito semelhantes, mas ambos se diferenciam do aterro sanitário. O lixão não possui nenhum tipo de controle, enquanto o aterro controlado, como o nome sugere, apresenta algum nível de gestão, porém sem garantir total adequação ambiental. Já o aterro sanitário foi construído para isso, portanto possui toda a estrutura necessária, como o tratamento do chorume, por exemplo” (Ibge, 2024).

Os aterros controlados não possuem impermeabilização do solo, nem sistemas de dispersão de gases ou tratamento do chorume gerado. Os resíduos sólidos são depositados no solo e recebem recobrimento periódico com camadas de terra, o que ajuda a reduzir odores, a presença de vetores. Em outras palavras, os aterros controlados representam uma categoria intermediária entre o disposto a céu aberto e o aterro sanitário (ver Figura 1).

Figura 1 - Estrutura de um aterro controlado



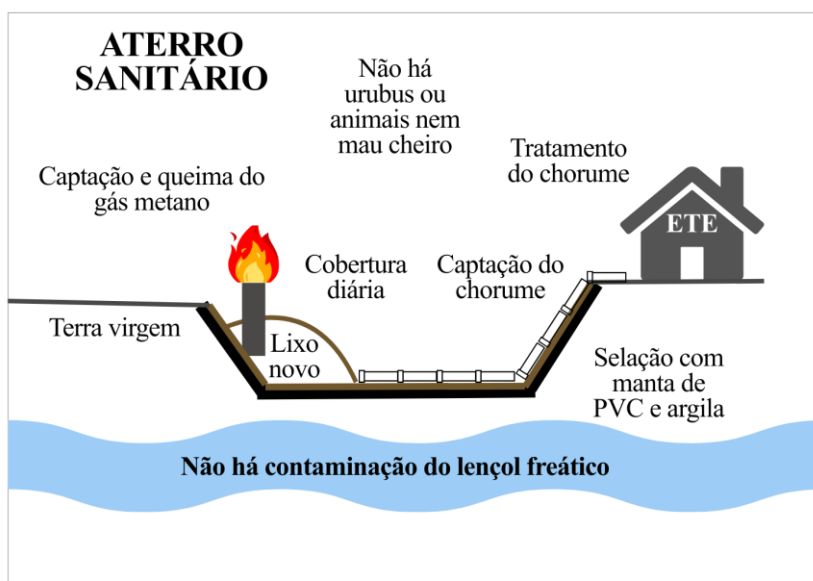
Fonte: Autoria própria (2025)

Portanto, Figura 1 possibilita a estrutura de um controlado, o qual melhora em parte as condições da disposição de resíduos, mas ainda não garante proteção ambiental completa, podendo gerar contaminação do solo, das águas subterrâneas e da atmosfera.

2.4.3 Aterros sanitários

Segunda a Cetesb (2019) o aterro sanitário é uma melhoria de uma das mais antigas tecnologias utilizadas pelo homem para a eliminação de resíduos. Os aterros sanitários são cobertos com solo e compactados por tratores, o que reduz a entrada de agentes transmissores de doenças e oxigênio, além de limitar a proliferação de certas bactérias, mas também existem poços de monitoramento abertos nas proximidades dos aterros para avaliar continuamente a qualidade da água e verificar possíveis contaminações. A Figura 2 apresenta o esquema de funcionamento de um aterro sanitário.

Figura 2 - Estrutura de um aterro sanitário



Fonte: Autoria própria (2025)

Buscando reduzir os impactos ambientais e garantir a proteção da saúde pública, mediante o confinamento dos resíduos em áreas delimitadas e o seu recobrimento periódico com terra, conforme a Abnt (1992), a avaliação de aterros deve observar requisitos que:

“Aterro sanitário é a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário” (Abnt, 1992, p. 1).

2.4.5 Avaliação de aterros controlados e seus impactos

A avaliação de impactos ambientais constitui um instrumento fundamental para a análise das atividades que podem causar poluição podem influenciar a qualidade de vida das pessoas e o meio ambiente. Ademais, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, ao exigir a execução de um estudo de impacto ambiental, cabe ao órgão competente estabelecer diretrizes adicionais em função das peculiaridades do projeto e do meio, incluindo prazos para a elaboração e análise do estudo (Brasil, 1986). Desse modo, é imprescindível atuar de forma planejada, identificando os riscos ambientais associados ao aterro, como a contaminação do solo e da água, emissão de gases, proliferação de vetores e degradação paisagística. Propõe-se, portanto, a avaliação periódica ao exigir a execução de um estudo de impacto ambiental reiterando as condições operacionais e estruturais como medida preventiva e de controle.

A Resolução do Conama nº 404/2008 estabelece, dentre outras disposições, que os procedimentos de licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte sejam realizados de forma simplificada, desde que observados os critérios e diretrizes definidos na própria norma. Além disso, determina que os resíduos sólidos permitidos nesses aterros são aqueles de origem domiciliar, de serviços de limpeza urbana, bem como os provenientes de estabelecimentos comerciais e industriais que façam parte da coleta regular de resíduos.

O Estudo de Impacto Ambiental visa avaliar os efeitos causados pelo uso do aterro. A resolução Conama nº 001/1986 regulamentou a elaboração do EIA. O art. 6º prevê o conteúdo mínimo do EIA, com os seguintes itens: diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento considerando o meio físico (solo, subsolo, águas superficiais e subterrâneas, ar, clima etc.), o meio socioeconômico (uso e ocupação do solo, sítios arqueológicos, economia, educação, saúde etc.) e o meio biológico (ecossistemas, flora, fauna etc.), análise

dos impactos ambientais, definição das medidas mitigadoras e compensatórias e programas ambientais (Attanasio, 2015).

Portanto, tem-se a obrigatoriedade da elaboração dos estudos de EIA/RIMA, os quais devem ser:

“Disponibilizados aos interessados. “Respeitado o sigilo industrial, assim solicitando e demonstrando pelo interessado o RIMA será acessível ao público. Suas cópias permanecerão à disposição dos interessados, nos centros de documentação ou bibliotecas da SEMA e do estadual de controle ambiental correspondente, inclusive o período de análise técnica” (Conama,1986).

Um dos maiores desafios da gestão ambiental nas cidades brasileiras é a destinação final de resíduos sólidos urbanos, por exemplo, pesquisas conduzidas por Castilho (2011) mostra:

“A disposição dos resíduos sólidos no município de Belém representa uma ameaça potencial aos recursos ambientais locais, principalmente no que tange a qualidade ambiental do solo, do ar e da água subterrânea. Verifica-se, no município de Belém, a presença de um lixão a céu aberto (“Lixão do Aurá”) como principal área de destino final dos resíduos urbanos, que por sua vez não apresenta infraestrutura necessária para a proteção dos componentes ambientais (Castilho, 2011).

Além disso, o estudo reforça a imprescindibilidade da adoção de procedimentos que viabilizem a adequada segregação dos resíduos sólidos, por meio de um programa de coleta seletiva, e a fiscalização mais efetiva sobre estas fontes, em complemento à intensificação da fiscalização quanto à deposição dos resíduos no aterro para evitar que resíduos perigosos, como os hospitalares, continuem sendo lançados no local. Cabe ressaltar que estas medidas são emergenciais e que o ideal é a construção de um aterro sanitário dentro dos padrões estabelecidos na legislação por Castilho (2011).

Dessa forma, o estudo evidencia a falta de opções sustentáveis e tecnicamente seguras, além de destacar os perigos de contaminação da água, particularmente das águas subterrâneas, que podem ser empregadas para consumo humano e práticas agrícolas. Ademais, a liberação de gases resultantes da decomposição da matéria orgânica afeta a qualidade do ar e agrava questões de saúde pública. Nesse contexto, o estudo de Castilho (2011) destaca a necessidade urgente de adotar medidas mitigadoras e implementar políticas públicas eficazes, plausíveis e aplicáveis como substituir lixões por aterros sanitários licenciados e expandir programas de

reciclagem, a fim de assegurar a gestão integrada e preventiva dos resíduos sólidos no município.

Conforme exposto no estudo conduzido por Dias (2018) afirma que;

“Os impactos ambientais mais recorrentes, está a geração de processos erosivos, que são provocados, por exemplo, pelo desmatamento da área, bem como pelas atividades de terraplanagem, abertura de via e implantação de estruturas de drenagens (RIMA São Mateus 2010-; EIA Três Rios, 2015 - RIMA Guarulhos 2016).”

Como também reitera que os processos erosivos são intensificados com as mudanças do relevo, pois quanto maior o tempo de exposição do solo ou de alteração da área, fragilizando o solo, maior será a ação causada pelos ventos e chuvas, ou seja, maior será as chances de desagregação de partículas do solo e carreamento das mesmas (Cprm, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo classifica-se como estudo de caso exploratório, conforme Gil (2002), o qual descreve como um estudo que visa compreender o problema, explicá-lo ou criar hipótese. O trabalho assumirá uma abordagem qualiquantitativa e exploratória, em que será realizado um estudo de caso com base em discussões, levantamento e aplicação de ferramenta analítica in loco para obtenção de dados e informações que remetem a realidade local da área de estudo. Na oportunidade serão coletados dados quantitativos necessários para orientar a investigação, ou seja, fornece uma base para a confirmação ou refutação de hipóteses. Para o desenvolvimento do estudo será realizada abordagem mista, conforme definida por Gil (2008), caracterizada em três fundamentos: bibliográfica, documental e descritiva (Tabela 1).

Tabela 1- Síntese da abordagem

ABORDAGEM METODOLÓGICA	
BIBLIOGRÁFICA	Pesquisa embasada a partir de livros, artigos científicos, teses, relatórios técnicos sobre gestão de resíduos sólidos e impactos ambientais. E leis como: Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), CONAMA, ABREMA, CETESB e IBGE.
DOCUMENTAL	Pesquisa realizada em planos municipais de saneamento, dados do IBGE e demais documento institucionais relacionados a aterro controlado.
DESCRITIVA/ESTUDO DE CAMPO	Pesquisa de campo realizada no local do aterro, visando obtenção de observações diretas e registros fotográficos. E a realização de Mapas pelo Qgis e Google Earth, bem como a análise preliminar da área e o seu entorno.

Fonte: Autoria própria (2025).

Dessa forma, os métodos foram pontos norteadores para o embasamento teórico da pesquisa e do diagnóstico ambiental do aterro, delineando as informações relevantes para a avaliação física, operacional e ambientais do local, visando assim a compreensão do atual estado em que se encontra e os impactos gerados no meio ambiente e na população da cidade de Antônio Martins/RN.

3.1 Procedimentos

Para fins de caracterização da infraestrutura do aterro controlado municipal foi necessário realizar visitas *in loco* para averiguar sua dimensão, suas estruturas ali presentes, se está de acordo com a legislação vigente. Já para obter informações da gestão administrativa foi realizado o contato com o setor administrativo responsável pela gestão do aterro. Com finalidade de evidenciar os fatos presenciáveis foi realizado registro fotográfico.

A avaliação da infraestrutura, aplicando vistoria *in loco*, almejou averiguar suas dimensões, estruturais existente e conformidades com a legislação ambiental. As informações coletadas *in loco* ocorreram no dia 29 de outubro de 2025, por meio de registro e anotações minuciosas de qualidade e operação vigente ao Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos IQR.

Para a caracterização do contexto histórico da área de estudo, foram realizadas observações *in loco* e aplicados questionários (Apêndice) aos moradores residentes nas proximidades do aterro. A análise baseou-se em dados primários obtidos por meio de questionário estruturado aplicado à população do município de Antônio Martins/RN, com o objetivo de avaliar a percepção social e as práticas de gestão dos resíduos sólidos urbanos, enfatizando os impactos ambientais e os riscos à saúde pública associados ao antigo lixão a céu aberto e à implantação do atual aterro controlado.

Logo, a aplicação do questionário, como instrumento de coleta, incluiu variáveis qualitativas e quantitativas, possibilitando a tabulação de respostas relacionadas à frequência de odores, queima de lixo, riscos à saúde percebidos e formas de descarte de resíduos orgânicos, seções seguintes apresentam os resultados da pesquisa. A pesquisa foi realizada em uma amostra de 25 entrevistas, definida a partir da quantidade aproximada de 40 residências existentes no entorno da área analisada.

Visando obter informações sobre o uso e ocupação do solo em torno do aterro, tal como avaliar a dinâmica da ocupação em seu entorno, por meio da ferramenta de análise histórica do Google Earth Pro e QGIS LTR versão 3.44.3, Sirgas 2000/ Zona 24s possibilitando a produção de material cartográfico de mapas temático com a espacialização das feições geográficas analisadas.

Foi realizado a identificação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, caracterizado como metodologia que considera os impactos ocasionados nos meios físicos, bióticos e antrópicos, avaliando itens referentes a estrutura de apoio, frente de trabalho, bermas e taludes, superfície

superior, estrutura de proteção ambiental, características da área e funcionamento do local Cetesb (2019).

O Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) corresponde a uma ferramenta estruturada para avaliação de áreas de disposição final de resíduos, contemplando trinta e três parâmetros ambientais que atribuem pesos entre zero e dez às dimensões locacional, estrutural e operacional do empreendimento (Cetesb, 2020).

O IQR é um questionário estruturado que consiste na atribuição de pesos aos trinta e três parâmetros ambientais, variando entre 0 e 10, incorporando critérios de pontuação e classificação dos locais de destinação, avaliando as características locais, estruturais e operacionais. O questionário é dividido em três subtotais, por onde realiza-se o somatório destes e divide-se por 13.

O índice leva em consideração a situação atual do local tendo em vista que o dinamismo operacional e as variações climáticas podem provocar mudanças nos resultados (Cetesb, 2020). Diante dos dados obtidos têm-se uma noção ambiental da área do aterro e de seu entorno.

Adicionalmente, o IQR leva em conta a situação operacional vigente, reconhecendo que variáveis como o manejo contínuo e as condições climáticas podem influenciar seus resultados ao longo do tempo (Cetesb, 2020). Em virtude da aplicação desse índice, foi possível obter uma noção ambiental abrangente da área do aterro e de seu entorno.

As informações utilizadas para o cálculo do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) foram obtidas por meio de visitas técnicas ao local de disposição final do município de Antônio Martins/RN, nas proximidades da rodovia RN117, situada em zona rural. A avaliação seguiu a metodologia proposta pela Cetesb, a qual se fundamenta no preenchimento de um checklist padronizado que contempla as condições do local, a infraestrutura existente e os aspectos operacionais do aterro.

O instrumento de avaliação do IQR é composto por 33 parâmetros distribuídos em três categorias, cada uma possuindo pesos distintos. As pontuações atribuídas variam entre 0 e 10, dependendo do nível de adequação observado em cada item. Para a obtenção do valor final do IQR, realiza-se a soma dos subtotais correspondentes às três partes do questionário. O total obtido é então dividido por 13, resultando no índice que permite classificar o aterro conforme os critérios estabelecidos na tabela 2.

Tabela 2 - Enquadramento dos valores do IQR referentes aos locais de disposição final dos resíduos sólidos.

IQR	Enquadramento
0,0 a 6,0	Condições inadequadas
6,1 a 8,0	Condições controladas
8,1 a 10	Condições adequadas

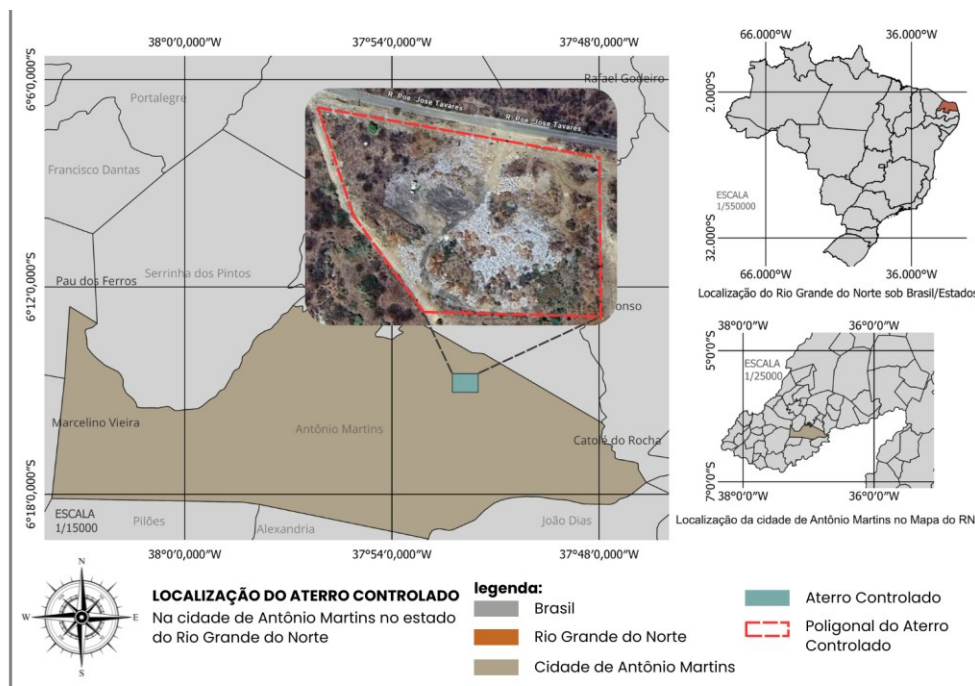
Fonte: Autoria própria – Rômulo Ferreira (2025).

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de pesquisa abrange o município de Antônio Martins, localizado na mesorregião do Oeste Potiguar, no Rio Grande do Norte, com uma população estimada de aproximadamente 7 mil habitantes (Ibge, 2022).

Apresenta características predominantemente rurais, com baixa densidade demográfica e economia baseada em atividades agropecuárias de subsistência, destacando-se a pecuária de pequeno porte, a agricultura familiar (milho, feijão e mandioca) e a criação de caprinos e ovinos, o setor de serviços também desempenha papel complementar no município, enquanto a indústria é praticamente inexistente. (Ibge, 2022).

Figura 3 - Mapa de localização do município e aterro de Antônio Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2025).

Contudo, a área objeto deste estudo corresponde a análise ambiental do aterro controlado, localizado às margens da rodovia BR-117, na zona rural do Sítio Ramada, por vários anos utilizado como ponto de disposição do município, o local não conta com qualquer infraestrutura de engenharia, como impermeabilização de base, drenagem de lixiviados ou sistema de coleta e queima de gases.

Do ponto de vista ambiental o município está inserido integralmente no bioma Caatinga, que abriga solos com características particulares ao semiárido, solos minerais com horizonte superficial raso, com desenvolvimento pedogenético limitado, o que prejudica

retenção de água e profundidade de raízes (Embrapa, 2021; agência de agricultura, 2005). Contudo o ambiente semiárido, em função das variações na cobertura vegetal, geológica e pedológica, apresenta uma grande diversidade de geoambientes, com diferentes potencialidades para a produção de biomassa vegetal e, consequentemente, para o sequestro de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e acúmulo de carbono nos solos (Silva, 1993).

No contexto geológico, Antônio Martins está situado sobre terrenos do embasamento cristalino pré-cambriano, típico do interior do Rio Grande do Norte, tais rochas, geralmente de natureza granítica e gnáissica, possuem baixa permeabilidade, o que limita a recarga de aquíferos subterrâneos. No que se refere-se a geologia, o semiárido destaca-se por diferentes classes de solos com relevância ambiental e agrícola. Lacerda e Melo (2000), a geologia regional é caracterizada pela presença de um embasamento cristalino pré-cambriano, constituído principalmente por gnaisses e rochas graníticas. Além disso, identificam-se sedimentos cretáceos compostos por calcários arenosos, uma sequência terciário-quadernária formada por arenitos de colorações variadas, bem como depósitos sedimentares recentes do período quadernário Lacerda e Melo (2000).

Desse modo, o clima do semiárido apresenta significativa variabilidade, com precipitação acumulada que pode variar de valores inferiores a 500 mm/ano até superiores a 2.000 mm/ano, evidenciando os extremos climáticos característicos da região (Lacerda., 2010). Logo, tal variação de precipitação observada no semiárido demonstra não só a complexidade climática da área, mas também os desafios que ela apresenta.

No contexto hidrológico, segundo o Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (2005), o município de Antônio Martins pertence à bacia hidrográfica Piranhas-Açu, com drenagem de padrão dendrítico e cursos d'água intermitentes, destacando-se os riachos Boa Água, Porcos, Timbaúba, Mamoeiro, Picada e Comissário, além dos açudes Corredor, Latão, Timbaubinha e Tamanduá.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização e infraestrutura do aterro

O Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) é uma ferramenta técnica utilizada para avaliar áreas de disposição final de resíduos, considerando 33 parâmetros ambientais relacionados às dimensões locacional, estrutural e operacional, aos quais são atribuídos pesos que variam de zero a dez (Cetesb, 2020).

A metodologia baseia-se no cálculo de subtotaís correspondentes a essas dimensões, cuja soma é posteriormente normalizada por um fator de divisão, sendo adotado o divisor dez ou, nos casos de recebimento de resíduos industriais, o divisor onze (Cetesb, 2020). O resultado obtido permite classificar o aterro quanto à sua condição ambiental, variando de inadequada, quando o índice se situa entre 0,0 e 7,0, a adequada, quando alcança valores entre 7,1 e 10,0.

Durante a visita técnica realizada no dia 29 de outubro para avaliação das condições operacionais do aterro controlado do município de Antônio Martins, notou-se que possui estrutura de contenção feita com arame farpado e estacas de concreto, porém não possui contenção (portão) e controle ao acesso, o local permanece aberto 24h sem quaisquer sinalizações de área restrita, verifica-se nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Estrutura portaria e controle de acesso ao aterro de Antônio Martins/RN



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Silva et al. (2020) indicam que a precariedade estrutural é o fator mais decisivo para a redução do IQR, ao passo que Santos & Lima (2021) defendem que falhas operacionais, como falta de compactação adequada e manejo inadequado de resíduos, também têm um impacto considerável no desempenho geral. Os resultados deste estudo estão em consonância com as análises desses autores, indicando que as condições observadas refletem um padrão comum em aterros controlados brasileiros com limitada capacidade de investimento.

Figura 5 - Estrutura de contenção e isolamento do aterro controlado de Antônio Martins/RN



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Verificou-se também a presença de resíduos sólidos na parte externa da área do aterro, ao lado da porteira que dá acesso (Figura 4). Observou-se mistura de diferentes tipos de resíduos, indicando ausência de segregação e de procedimentos operacionais padronizados. Essa condição caracteriza o local como vazadouro a céu aberto, em desacordo com os requisitos mínimos de um aterro controlado, ampliando o risco de contaminação do solo e águas subterrâneas, além de favorecer a proliferação de vetores e impactos atmosféricos negativos.

Figura 6 – Disposição irregular de resíduos recicláveis no aterro controlado



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Figura 7 – Presença de segregação de resíduos recicláveis, decorrente a existência de bag's.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Além da presença de material reciclável, constatou a ocorrência do acúmulo de resíduos orgânicos, provavelmente oriundo dos serviços de limpeza urbana e varrição, como verifica-se nas Figuras 8 e 9. Podendo estar associado com as práticas de poda e manejo de vegetação urbana, constituídos por galhadas, folhas e material lenhoso, depositados diretamente sobre o solo do aterro controlado.

Figura 8 – Acúmulo de material orgânico de podas no aterro controlado



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Figura 9 - Deposição não segregada de resíduos orgânicos misturados a resíduos sólidos urbanos.



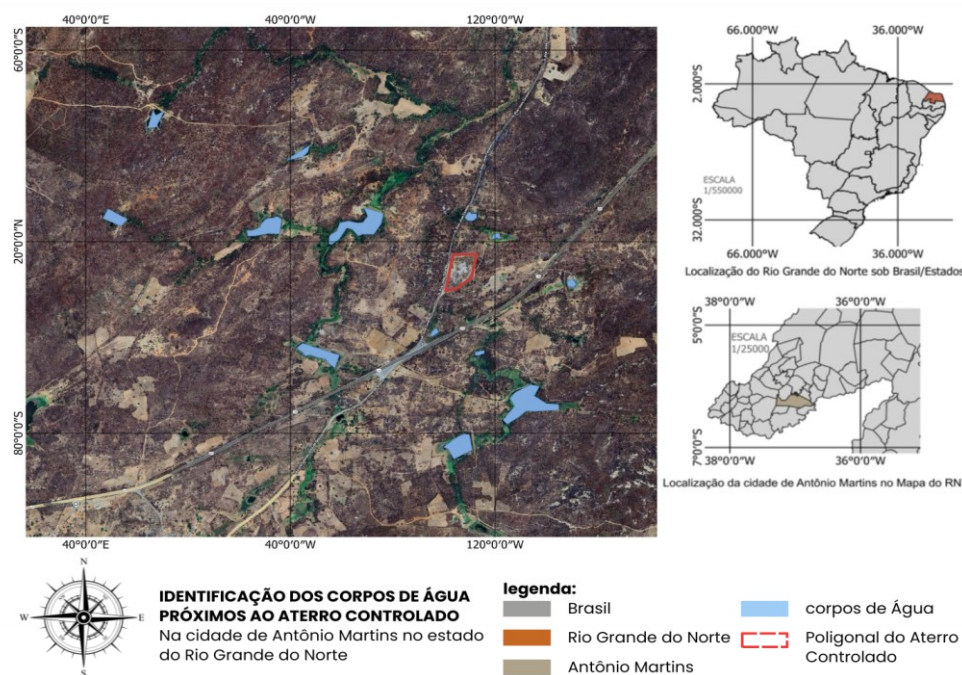
Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Constatou-se acúmulo expressivo de biomassa, sem qualquer processo de compactação ou cobertura, configurando práticas incompatíveis com o manejo ambientalmente adequado desses resíduos. Tal condição pode potencializar a proliferação de vetores e processos de biodegradação anaeróbia, com consequente geração de gases e odores, além de favorecer riscos de incêndios superficiais.

Outro ponto importante a ser considerado é distribuição e proximidade dos corpos hídricos existentes no entorno do aterro em estudo, destacando cursos d'água naturais e eventuais acumuladores superficiais, onde, por meio da representação espacial demonstrada

na Figura 10, pode-se identificar a direção natural do escoamento superficial e a interação potencial do aterro com as áreas hidrográficas adjacentes.

Figura 10 - Mapa dos Corpos Hídricos no entorno do Aterro Controlado do município de Antônio Martins/RN.



Fonte: Google Earth (2025).

A distribuição e proximidade dos corpos hídricos existentes no entorno do aterro municipal localizado no município de Antônio Martins/RN, permite identificar a direção natural do escoamento superficial e a interação potencial do aterro com as áreas hidrográficas adjacentes.

A análise da cartografia evidencia que o empreendimento se encontra inserido em zona de influência de microbacias locais, o que reforça a necessidade de controle de percolados (chorume) e de medidas de proteção ao solo e às águas subterrâneas, a fim de evitar o transporte de contaminantes para essas mananciais. Essas características deverão ser verificadas por meio de caminhamentos sistemáticos ao longo de cada área.

Na eventualidade de serem identificados cursos d'água no interior das áreas analisadas ou em um raio de até 300 metros de seu perímetro, deverão ser estabelecidas zonas de exclusão (*buffers*) com raio de 300 metros ao redor desses cursos d'água, desconsiderando-se, nas etapas subsequentes de avaliação, as porções do terreno inseridas nesses limites, com base nos dados do QGIS 3.44.3.

No que se refere às características locais do aterro controlado municipal, observou-se que sua proximidade em relação ao núcleo habitacional atende aos parâmetros definidos pela Norma Técnica ABNT NBR 13.896 (ABNT, 1997) para critérios de localização (Tabela 3). O requisito referente ao afastamento mínimo de hidrografias seja de 200 m, respeitando os parâmetros definidos.

Tabela 3 - Distâncias mínimas permitidas para os locais de disposição final dos RSU

Fator	Distância mínima
Áreas urbanas	2.000 m
Hidrografia	200 m
Vias de acesso	200 m – 500 m

Fonte: Adaptado ABNT 13.896, 2011.

A via de acesso o local encontra-se as margem da rodovia, configurando desacordo com as diretrizes normativas, uma vez que o aterro está situado às margens da BR-117, o que reforça a inadequação de sua posição geográfica frente aos padrões técnicos recomendados.

O aterro controlado não possui infraestrutura apropriada, como impermeabilização de base, sistema de drenagem de lixiviados, captação de gases e monitoramento contínuo e, a precariedade afeta a qualidade do meio ambiente, eleva o risco de contaminação dos recursos naturais e intensifica a vulnerabilidade das pessoas expostas aos passivos ambientais resultantes. Desta forma, contribuindo para a degradação do solo e risco de contaminação ambiental, a necessidade de adequação ambiental do município, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Pnrs, 2010).

5.2 Gestão administrativa do aterro

O aterro controlado constitui a área destinada à recepção e disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados no município, operando pelo calendário da coleta de segunda a sábado, nos turnos da manhã e da tarde, seguindo o cronograma de coleta elaborado pela prefeitura. A coleta e transporte dos resíduos são realizados pela equipe responsável pelo serviço de limpeza pública municipal, que abrange todo o perímetro urbano e parte da zona rural, especialmente as comunidades localizadas em áreas mais próximas da sede.

O sistema de manejo dos resíduos contempla diferentes etapas, desde a coleta até a disposição final, sendo organizado conforme a natureza e a origem dos materiais, logo tais resíduos domiciliares, provenientes das residências, são recolhidos de forma periódica, conforme cronograma pré-estabelecido, e encaminhados diretamente ao aterro. Já os resíduos oriundos da construção civil recebem tratamento diferenciado, com transporte e disposição em áreas específicas, de modo a evitar sobrecarga na célula principal do aterro.

As atividades de limpeza urbana, incluem varrição de vias, capina e remoção de resíduos volumosos são executadas de forma contínua, contribuindo para a manutenção da higiene e do aspecto paisagístico da cidade. Em relação aos resíduos de serviços de saúde, o município adota um procedimento especial de coleta, transporte e destinação, observando as normas de segurança sanitária e ambiental vigentes, de modo a minimizar riscos de contaminação e impactos ambientais.

Todas essas informações, referentes à coleta, frequência, número de viagens e destinação final de cada tipo de resíduo, encontram-se sistematizadas na Tabela 4, que detalha a operacionalização do manejo de resíduos no âmbito municipal.

Tabela 4 - Manejo dos distintos tipos de resíduos, frequência, viagens e destinação final.

Tipos de resíduos coletados	Frequência da coleta	Destinação final
Domiciliar	2 vezes por semana	Aterro controlado
Construção civil	2 vezes por semana	Aterro controlado
Limpeza urbana (podas, ruas, praças)	Diariamente	Aterro controlado
Serviço de saúde	Quinzenal	Empresa terceirizada

Fonte: Autoria própria (2025).

De acordo com informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, o transporte dos resíduos sólidos urbanos até o aterro controlado de Antônio Martins é realizado com frequência média de três a quatro viagens por semana. Essa periodicidade é determinada em função do volume de resíduos gerados e da capacidade operacional dos veículos disponíveis para o serviço, o trajeto percorrido pelo caminhão responsável pela coleta percorre as principais vias do município, recolhendo o material proveniente das residências e estabelecimentos comerciais, sendo posteriormente encaminhado para a disposição final no aterro sanitário da cidade.

5.2.1 Implementação de projetos de coleta e reciclagem

A Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil, definindo princípios fundamentais como universalização, integralidade, controle social e segurança sanitária e ambiental dos serviços. No âmbito da limpeza urbana e do manejo de resíduos sólidos, a referida lei determina que a prestação dos serviços deve ser continuamente monitorada, assegurando níveis de qualidade compatíveis com a saúde pública e a preservação ambiental.

O marco regulatório foi posteriormente aprimorado pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que introduziu metas de desempenho mais rigorosas e fortaleceu os mecanismos de fiscalização sobre o setor de saneamento. Essa atualização legislativa reforça que a eficácia da política pública depende diretamente de ações de monitoramento e avaliação, garantindo que os recursos aplicados resultem na melhoria efetiva das condições de vida da população.

No que se refere ao financiamento e ao acompanhamento da execução dos serviços, a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) vigente orienta a alocação dos recursos destinados ao saneamento básico e à gestão de resíduos sólidos, condicionando a aplicação orçamentária ao cumprimento de metas, indicadores e resultados previamente estabelecidos no planejamento anual e plurianual da administração pública.

Em conformidade com esse conjunto normativo, o Decreto nº 8.726, de 27 de abril de 2016, regulamenta o monitoramento e a avaliação das parcerias governamentais, instituindo a Comissão de Monitoramento e Avaliação como instância colegiada responsável por acompanhar a execução, validar os resultados e propor melhorias no processo de gestão. Essa comissão atua na padronização de objetos, custos, indicadores e procedimentos, garantindo maior eficácia e eficiência aos serviços prestados.

As ações de acompanhamento e avaliação possuem caráter preventivo e saneador, com foco no controle contínuo dos resultados. No âmbito da gestão de resíduos sólidos, essas atividades devem incluir visitas técnicas in loco, realizadas por equipes capacitadas e, quando necessário, em colaboração com parceiros institucionais e empresas contratadas. Tal prática possibilita identificar fragilidades operacionais, orientar correções e assegurar que o sistema municipal funcione em conformidade com as normas ambientais e sanitárias.

Em Antônio Martins, a realidade da gestão de resíduos sólido é distante do que é estabelecida pelas legislações nacionais. O município não possui um programa estrutura de coleta seletiva ou reciclagem, e as ações de monitoramento ocorrem sem a sistematização prevista por lei. Evidenciando que a cidade se encontra em um estágio inicial de desenvolvimento no que se refere à gestão de resíduos e a ações de coleta e destinação final, essa situação reforça a urgência de planejamento, capacitação técnica, investimentos e engajamento social, para que seja possível alinhar as práticas atuais com os princípios do saneamento básico.

Dessa forma, o monitoramento sistematizado torna-se uma ferramenta indispensável para a melhoria da governança na gestão de resíduos sólidos, contribuindo para a redução de riscos ambientais, a proteção da saúde coletiva e a garantia do direito ao saneamento básico como política pública essencial.

5.3 Aspectos sociais e percepção comunitária do aterro

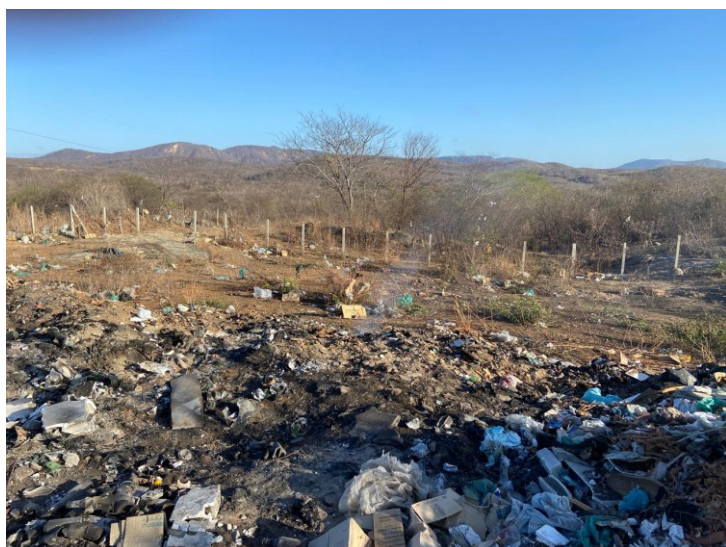
O município de Antônio Martins/RN, por ser uma cidade de pequeno porte, apresenta limitações históricas relacionadas à gestão adequada dos resíduos sólidos, sobretudo pela ausência de infraestrutura técnica, de políticas estruturadas de educação ambiental e pelo reduzido acesso da população às informações sobre práticas legalmente recomendadas, como aterros sanitários e sistemas de coleta seletiva, e durante muitos anos, o principal local de destinação final dos resíduos urbanos foi o local alvo de estudo localizado nas proximidades da zona rural do município, às margens da RN-117, prática comum em cidades pequenas e carentes de recursos técnicos e financeiros.

A análise em questão baseou-se em dados primários, obtidos por meio da aplicação de um questionário estruturado à população do município de Antônio Martins/RN, com intuito principal do estudo foi avaliar a percepção social e as práticas de gestão de resíduos sólidos urbanos, com ênfase nos efeitos ambientais e de saúde pública resultantes do antigo lixão a céu aberto e da transição para o atual aterro controlado.

Logo, a aplicação do questionário, como instrumento de coleta, incluiu variáveis qualitativas e quantitativas, possibilitando a tabulação de respostas relacionadas à frequência de odores, queima de lixo, riscos à saúde percebidos e formas de descarte de resíduos orgânicos, seções seguintes apresentam os resultados da pesquisa, baseados em uma amostra de 25 entrevistas realizadas.

Os depoimentos coletados por meio do questionário e da análise de documentos mostraram que a maioria da população lidou diretamente com os efeitos causados pelo descarte no aterro, os resultados indicam que a percepção da comunidade é influenciada por experiências negativas, especialmente entre os residentes que vivem perto do antigo local de descarte.

Figura 11 - Queima dos resíduos sólidos no extinto lixão

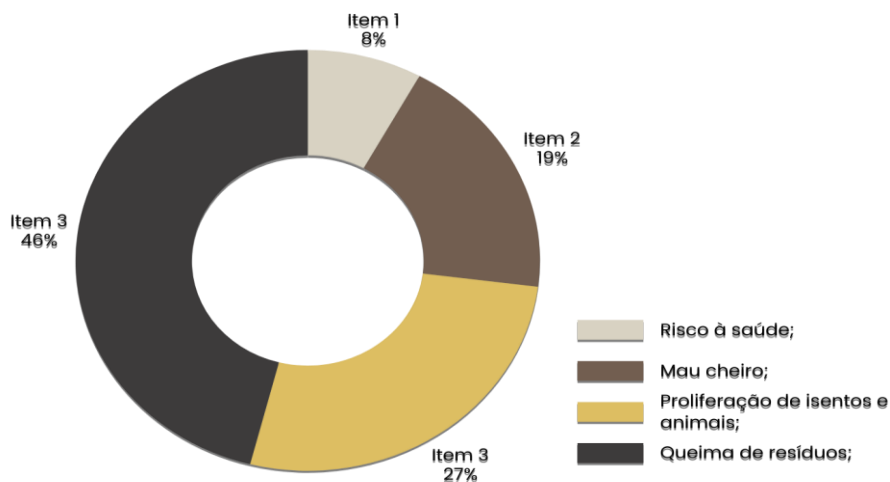


Fonte: Autoria própria (2025).

Segundo os dados coletados, 19% dos entrevistados afirmaram sentir odor proveniente do lixão, reforçando a presença de decomposição a céu aberto e emissão constante de odores desagradáveis e 46% relatam preocupação com a queima de resíduos no local, e também emerge como uma preocupação central população, a constatação demonstra que, além do mau cheiro, as consequências diretas da fumaça na saúde e no bem-estar são um fator relevante de incômodo, uma prática frequente, realizada semanalmente, predominantemente às sextas-feiras, conforme testemunhos populares; a fumaça foi apontada, de forma unânime, como o principal incômodo e apreensão para quase metade da amostra, exemplificada na gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 - Opinião acerca dos principais problemas causados pelo lixo

Na sua opinião, quais são os principais problemas causados pelo lixo?



Fonte: Autoria própria (2025).

Uma parte dos entrevistados afirmaram que, após a instalação do aterro controlado, o odor deixou de ser constante, embora 19% moradores ainda indiquem que, durante o período chuvoso, há uma intensificação de cheiros oriundos da decomposição dos resíduos.

Em relação aos riscos à saúde, os dados demonstram que 8% dos entrevistados acreditam que morar próximo a um local de disposição de resíduos causa danos à saúde, reforçando a percepção social dos impactos ambientais e sanitários. Apesar disso, apenas 5% relacionaram diretamente seus problemas respiratórios ao contato com o aterro/lixão, evidenciando uma lacuna de informação e conhecimento técnico na comunidade característica esperada em municípios pequenos e de baixa orientação ambiental.

Nesse cenário, 27% dos participantes expressaram preocupação com a disseminação de insetos e animais (como ratos, moscas, urubus e cães) no local e no entorno das proximidades (ver Figura 12), esse dado, combinado com os 46% que expressam preocupação com a queima, sugere que os habitantes de Antônio Martins/RN não apenas enfrentam os efeitos imediatos (como odor e fumaça), mas também reconhecem os perigos indiretos e de longo prazo relacionados à saúde pública e à higiene ambiental. Isso reforça a necessidade urgente de adotar um manejo de resíduos mais apropriado.

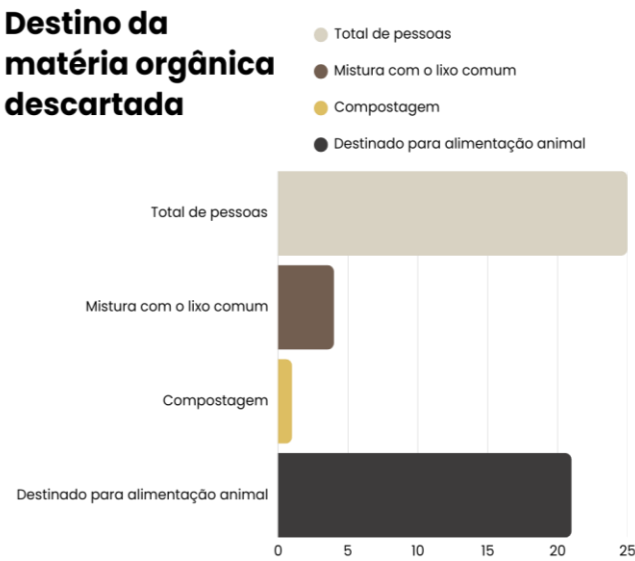
Figura 12 - Presença de aves (urubu) no local do aterro controlado de Antônio Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2025).

A avaliação das técnicas de gestão de resíduos orgânicos nas zonas rurais de Antônio Martins/RN demonstrou a prevalência de métodos independentes e a falta de integração desses núcleos ao sistema público de coleta. Especificamente em resposta à pergunta de como é feito o descarte do lixo orgânico na sua residência, os dados quantitativos corroboram essa autonomia: 25 dos entrevistados respondeu que destina o lixo orgânico para consumo animal, especificamente para alimentação de suínos (ver gráfico 2).

Gráfico 2 - Destino matéria orgânica descartada



Fonte: Autoria própria (2025).

A persistência dessa prática em núcleos rurais reflete a autonomia dos moradores na gestão de seus resíduos, material orgânico produzido nas residências é comumente direcionado para a alimentação animal, principalmente de porcos, e esse manejo informal é complementado pela coleta realizada por alguns produtores rurais de casa em casa, contribuindo com uma dinâmica na qual assegura um destino final para o descarte orgânico, suprimindo a lacuna deixada pelo sistema público de coleta e evidenciando soluções locais e pragmáticas para a gestão de resíduos.

A percepção e práticas da população em relação à separação e coleta seletiva de resíduos do município de Antônio Martins, é obtido ao indagarmos aos moradores, permitindo compreender o comportamento da população quanto às práticas de separação e descarte adequado de resíduos em suas residências. Logo, observou-se que apenas uma parcela reduzida da população realiza a separação dos resíduos sólidos domésticos: 9 participantes afirmaram separar o lixo, enquanto 14 declararam não adotar essa prática, o que evidencia que a maioria ainda não possui o hábito de segregar os resíduos na fonte geradora, e essa realidade pode estar associada à ausência de programas estruturados de coleta seletiva no município, bem como à falta de orientação adequada sobre sua importância socioambiental.

No que concerne ao descarte de materiais recicláveis, verificou-se que 13 moradores destinam parte desses resíduos para pontos de coleta específicos, enquanto 6 afirmaram não realizar qualquer tipo de separação sugere-se que, mesmo diante da ausência de coleta seletiva sistematizada, existe uma parcela da população que busca alternativas mais responsáveis de descarte, o que representa um potencial a ser fortalecido por políticas públicas de incentivo à reciclagem.

Quanto ao interesse da comunidade em participar de um sistema formalizado de coleta seletiva, os resultados demonstram uma postura predominantemente favorável: 10 moradores manifestaram interesse direto, 8 se mostraram condicionados à possibilidade, enquanto apenas 7 afirmaram não possuir interesse, partindo da perspectiva de um cenário que evidencia que a maior parte da população estaria disposta a colaborar com a seletividade dos resíduos, caso houvesse suporte adequado do poder público.

Esse potencial de adesão também se refletiu na questão relacionada à participação efetiva em um programa de coleta seletiva: 9 moradores responderam que participariam, 9 afirmaram que talvez participariam, e apenas 7 demonstraram resistência. Tais resultados demonstram que existe uma receptividade social significativa à implantação de ações de educação ambiental e à oferta de um serviço regular de coleta seletiva, desde que acompanhado por campanhas de esclarecimento e incentivo à mudança comportamental.

Quando comparados aos resultados desta pesquisa, estudos realizados em aterros controlados de municípios como Itapetininga-SP (Silva et al., 2020), Jequié-BA (Carvalho & Torres, 2018) e Patos-PB (Medeiros et al., 2022) revelam que a maioria dessas áreas apresenta IQR inferior a 6,0, devido principalmente à falta de impermeabilização do solo, drenagem insuficiente, ausência de cobertura diária e deficiência no controle de vetores. Este estudo também observou esses mesmos pontos, indicando uma tendência nacional em cidades de médio porte com aterros considerados controlados.

5.4 Aplicando o IQR no aterro controlado do município de Antônio Martins

Segunda a Setesb quando o valor do IQR é inferior a 6,0 o local é enquadrado como inadequado, e valores entre 6 e 8 indicam condições controladas, enquanto resultados situados entre 8 e 10 caracterizam o aterro como adequado.

Tabela 5 - Questionário padronizado com os parâmetros do IQR.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Estrutura de Apoio	Portaria, balança e vigilância	Condições inadequadas	1,0
	Isolamento físico	Condições inadequadas	2,0
	Isolamento social	Condições inadequadas	0,0
	Acesso à frente de descarga	Condições controladas	6,5
	Dimensões da frente de trabalho	Condições adequadas	6,5
Total			16
Frente de Trabalho	Compactação dos resíduos	Condições inadequadas	0,0
	Recobrimento dos resíduos	Condições inadequadas	0,0
	Dimensões e inclinações	Condições inadequadas	0,0
	Cobertura da terra	Condições inadequadas	0,0
Total			0,0

Continua..

Tabela 5 - Questionário padronizado com os parâmetros do IQR.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Taludes e Bermas	Proteção vegetal	Condições inadequadas	0,0
	Afloramento de chorume	Condições inadequadas	0,0
Total			0,0
Superfície superior	Nivelamento da superfície	Condições controladas	6,5
	Homogeneidade da cobertura	Condições inadequadas	0,0
	Impermeabilização do solo	Condições inadequadas	0,0
Total			6,5
Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Estrutura de proteção ambiental	Prof. Lençol freático (P) x permeabilidade do solo	Condições inadequadas	0,0
	Drenagem de chorume	Condições inadequadas	0,0
	Tratamento do chorume	Condições inadequadas	0,0
Total			0,0
Drenagem superficial	Drenagem definitiva de águas subterrâneas	Condições inadequadas	0,0
	Drenagem provisória de águas pluviais	Condições inadequadas	0,0
	Drenagem definitiva de águas subterrâneas	Condições inadequadas	0,0
	Drenagem de gases	Condições inadequadas	0,0
Total			0,0

Continua...

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Monitoramento	Monitoramento de águas subterrâneas	Condições inadequadas	0,0
	Monitoramento geotécnico	Condições inadequadas	0,0
	Monitoramento de gases	Condições inadequadas	0,0
Total			0

Tabela 5 - Questionário padronizado com os parâmetros do IQR.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Controle do local	Presença de catadores	Condições inadequadas	0,0
	Queima de resíduos	Condições inadequadas	0,0
	Presença de aves e animais	Condições inadequadas	2,0
	Ocorrência de moscas e odores	Condições controladas	6,5
Total			6,5

Recebimento de resíduos	Recebimento de resíduos	Condições inadequadas	2,0
	Orgânicos arvoredos e vegetação		
	Recebimento de resíduos da construção civil	Condições inadequadas	2,5
Total			4,5
Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Características Da área	Proximidade de núcleos habitacionais	Condições controladas	6,1

	Proximidade com corpos hídricos	Condições inadequadas	0,0
Total			6,1

Fonte: Autoria própria (2025).

Entre os principais agravantes identificados após a análise do questionário padronizado conforme os parâmetros do IQR, constatou-se que o aterro não dispõe de barreiras físicas adequadas para a contenção de pequenos e médios corpos particulados. Portanto, é evidente pela presença de resíduos, especialmente sacolas plásticas, facilmente dispersos pela ação dos ventos e encontrados no entorno durante a visita técnica.

Figura 13 - Dispersão de resíduos sólidos pela ação do vento.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

O aterro em estudo dispõe de uma portaria, constituída apenas por uma estrutura coberta, porém sem qualquer meio de vigilância, sem balança para a pesagem dos resíduos sólidos. Não há isolamento estrutural, como muros mediantes a necessidade de barrar a entrada de pessoas não autorizadas e assegurar que os descartes mais leve permaneçam contidos no local, indo contra a exigência da norma da ABNT NBR nº13.896/1997 (ABNT, 1997).

Quanto ao acesso à frente de descarga, observou-se que, embora não seja pavimentado, o trecho apresenta nivelamento adequado e ausência de irregularidades, o que

permite o trânsito dos caminhões sem impedimentos, dessa forma, o acesso atende às condições estabelecidas pela norma.

Portanto, sobre observações no local, verificou-se a inexistência de fornecimento de materiais destinados à cobertura dos resíduos depositados nas valas do aterro, e a inadequada gestão do solo e a ausência de valas estruturadas resultaram na exposição dos resíduos a céu aberto. Constatando assim, a inexistência de práticas de recobrimento dos resíduos, bem como a ausência de sistemas de captação e tratamento de chorume e biogás, o que descaracteriza o funcionamento como aterro controlado e o aproxima de um vazadouro a céu aberto.

A ausência de projetos de drenagem pluviométrica vai em desconformidade com a ABNT NBR nº13.896/1997(ABNT, 1997), os aterros de resíduos não perigosos devem ser projetados e operados de modo a preservar a qualidade das águas subterrâneas, garantindo que estas mantenham os padrões de potabilidade definidos pela legislação vigente, especialmente em áreas destinadas ao abastecimento público.

5.5 Determinação do índice de qualidade do aterro (IQR)

Após o preenchimento de cada índice, os valores obtidos em cada um deles estão dispostos na Tabela 6, comisso é possível observar que os itens Estrutura de Apoio, Frente de trabalho e Taludes e Bermas apresentaram maior atendimento às exigências normativas.

Tabela 6 - Valores finais obtidos

Item	Avaliação final	Nota total atribuída
Estrutura de Apoio	Condições controladas	16
Frente de Trabalho	Condições inadequadas	0,0
Taludes e Bermas	Condições inadequadas	0,0
Superfície superior	Condições controladas	6,5
Estrutura de proteção ambiental	Condições inadequadas	0,0
Drenagem superficial	Condições inadequadas	0,0
Monitoramento	Condições inadequadas	0,0
Controle do local	Condições controladas	6,5
Recebimento de resíduos	Condições inadequadas	4,5
Características da área	Condições controladas	6,1

Fonte: Autoria própria (2025).

Portanto, com os valores obtidos, foi possível realizar a determinação do IQR conforme a equação mostrada abaixo:

$$IQR = \frac{16 + 6,5 + 6,5 + 4,5 + 6,1}{10}$$

$$IQR = 3,96$$

A partir da aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) no local utilizado para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Antônio Martins, obteve-se um valor final de 3,96, classificado como desempenho inadequado, resultado esse indica que o espaço não atende aos requisitos mínimos para operar como um aterro sanitário, evidenciando falhas relevantes em aspectos estruturais, locacionais e, principalmente, nas condições operacionais.

Em comparação com estudos realizados no aterro controlado de Água Nova, obteve-se o valor de IQR de 1,7, observa-se que, segundo a Cetesb (2020) esse índice caracteriza uma

situação inadequada de funcionamento, evidenciando sérias deficiências estruturais e operacionais. Ao comparar esses resultados com os obtidos na cidade de Antônio Martins, cujo índice foi de 3,96, nota-se um cenário ainda mais preocupante. Embora o estudo de Monte (2021) já apontasse condições críticas no aterro de Água Nova, o valor registrado no município de Antônio Martins indica um agravamento das inadequações, evidenciando fragilidades consideráveis no aterro controlado.

Com isso, essa avaliação demonstra que o município ainda enfrenta grandes desafios no gerenciamento dos resíduos, uma vez que a área analisada não dispõe de sistemas eficientes para proteção do solo, do ar e dos recursos hídricos, aumentando o risco de contaminações e impactos ambientais duradouros, e a ausência de controle operacional adequado, como cobertura periódica dos resíduos, drenagem de águas pluviais e manejo de chorume, reforça o quadro de vulnerabilidade ambiental e sanitária.

Além disso, a classificação do IQR revela que o local se comporta mais como um ponto de disposição irregular do que como um aterro tecnicamente planejado, tal realidade não só compromete a qualidade ambiental, como também afeta diretamente a saúde pública e a qualidade de vida da população, especialmente das famílias que residem próximas ao espaço degradado. Essa realidade reflete um cenário presente em muitos municípios brasileiros, que, mesmo diante de políticas públicas que orientam a destinação correta dos resíduos, ainda enfrentam grandes dificuldades na gestão dos resíduos sólidos (Carvalho., 2020).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do aterro controlado do município de Antônio Martins, por meio da aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), possibilitou a realização de um diagnóstico ambiental das condições operacionais, estruturais e ambientais do local destinado à disposição final dos resíduos sólidos urbanos. O valor obtido, correspondente a 3,96, que de acordo com os critérios de classificação estabelecidos pelo método, valores inferiores a 6 enquadram o local como inadequado, o que indica que o aterro apresenta deficiências significativas nos requisitos mínimos de controle, operação e infraestrutura, demonstrando que o aterro não atende aos requisitos mínimos exigidos para um funcionamento ambientalmente adequado.

Entre os principais problemas identificados, destacam-se a ausência de impermeabilização do solo, a falta de sistemas de drenagem de chorume e gases, a inexistência de cobertura e compactação dos resíduos, além da carência de controle de acesso e de monitoramento ambiental. Essas deficiências contribuem para o aumento do risco de contaminação do solo e das águas subterrâneas, além de favorecer a proliferação de vetores e a emissão de odores, o que caracteriza o local mais como um vazadouro a céu aberto do que como um aterro controlado.

A proximidade com vias de acesso e a inexistência de barreiras físicas reforçam a vulnerabilidade da área diante dos impactos ambientais e dos riscos à segurança pública. A análise locacional também evidenciou a necessidade de maior atenção à proteção dos corpos hídricos existentes no entorno, considerando a possibilidade de infiltração de contaminantes nas microbacias próximas, o que contraria as diretrizes da norma ABNT NBR 13.896/1997.

Diante desses resultados, conclui-se que há necessidade urgente de readequação do sistema de disposição final dos resíduos sólidos municipais, com a implantação de projetos de engenharia voltados à impermeabilização, drenagem, cobertura e tratamento de chorume. Recomenda-se, ainda, a elaboração de um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, conforme determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

Em síntese, é importante destacar que os aterros destinados à disposição de resíduos devem atender a condições mínimas que assegurem a proteção do meio ambiente e da saúde pública, isso inclui a adoção de critérios técnicos voltados à preservação das águas superficiais e subterrâneas, bem como à segurança dos trabalhadores e das comunidades próximas garantindo o funcionamento adequado dessas estruturas, é necessário observar parâmetros específicos desde a fase de projeto até a operação e o fechamento do aterro,

abrangendo aspectos como localização apropriada, segregação dos resíduos, sistemas de monitoramento e drenagem, inspeções periódicas e capacitação da equipe responsável.

Por fim, tais medidas asseguram que o aterro opere de forma segura, eficiente e ambientalmente sustentável, evitando contaminações e impactos negativos ao ecossistema local, com correta gestão dos resíduos sólidos sendo essencial para a preservação ambiental, a saúde pública e o desenvolvimento sustentável do município, estudo realizado contribui para subsidiar ações e políticas públicas locais, além de orientar futuras intervenções técnicas voltadas à regularização ambiental e à melhoria da eficiência operacional do sistema de manejo de resíduos sólidos urbanos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004:2024** — Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ALMEIDA, M. A.; LIMA, P. R. **Processos biológicos de degradação de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Engenharia Civil, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13896:1997** — Aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE –ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: ABREMA, 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 nov. 2008.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: diagnóstico do município de Antônio Martins, Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. **Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 abr. 2005.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CASTILHO, Érika. **Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da Região Metropolitana de Belém-PA**: aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. 2011. 304 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2020.

BRASIL. **Lei nº 8.798, de Diretrizes Orçamentárias vigente.** Dispõe sobre diretrizes da Lei Orçamentária Anual. Diário Oficial da União, Brasília, ano vigente.

BRASIL. **Decreto nº 8.726, de 27 de abril de 2016.** Regulamenta mecanismos de monitoramento e avaliação das parcerias. Diário Oficial da União, Brasília, 2016.

CARVALHO, A. L. S. et al. **Qualidade de aterro de resíduos na Costa do Descobrimento.** Revista de Geografia (Recife), v. 37, n. 2, 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR.** São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos>. Acesso em: 24 set. 2025.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro.** 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993.** Estabelece definições e diretrizes sobre resíduos sólidos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Disponível em: <file:///G:/cnia/conam3/93/005-93.htm>. Acesso em: 24 set. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos: relatório 2020.** São Paulo: CETESB, 2021.

GALRÃO RENOVÁVEIS. **Os 7 R's da sustentabilidade.** 8 fev. 2022. Disponível em: <https://galraorenovaveis.pt/index.php/2022/02/08/os-7-rs-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 24 set. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **MUNIC 2023: 31,9% dos municípios brasileiros ainda despejam resíduos sólidos em lixões.** Agência de Notícias, Brasília, 28 nov. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/...> Acesso em: 22 set. 2025.

LACERDA, Alessandra Maria Araújo de; MELO, José Geraldo de. **Aspectos geológicos, hidrogeológicos e hidrogeoquímicos da região de Monte Alegre (RN), Brasil.** Natal: UFRN, 2000.

LACERDA, F. F. et al. **Extremos e variabilidade climática no Nordeste brasileiro e em Pernambuco.** In: MOURA, M. S. B.; GALVÃO, C. O.; SILVA, T. G. F. (org.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.* Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 105–122.

LOPES, Adriana A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP).** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MONTEIRO, José Henrique Penido et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANTÔNIO MARTINS. **O clima de Antônio Martins.** 2025. Disponível em: <http://www.antoniomartins.rn.gov.br/>. Acesso em: 22 set. 2025.

SANTOS, A. L. F.; HARAGUCHI, M. T.; LEITÃO, G. C. “**Índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR) como ferramenta de avaliação da disposição final em aterros controlados**”. Scientia Plena, v. 8, n. 109903, 2012.

SILVA, Vanessa Pinto Machado e; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. **Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 153–200, set. 2019.

SOUZA, Fabiana Ferreira. **Os 7Rs**. Botucatu: FMVZ-UNESP. Disponível em: <https://www.fmvz.unesp.br/#!/extensao/reciclagem/os-5rs/>. Acesso em: 23 set. 2025.

TODA MATÉRIA. **Aterro sanitário**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/aterro-sanitario/>. Acesso em: 22 set. 2025.

ANEXO

Questionário sobre o Aterro Controlado de Antônio Martins/RN

Objetivo: Coletar informações e percepções da população sobre os impactos ambientais, sociais e de saúde relacionados ao aterro existente no município de Antônio Martins/RN

Parte I – Perfil do Respondente

1. Bairro/Comunidade onde reside: _____
 2. Tempo de residência em Antônio Martins:
☐ Menos de 5 anos ☐ 5–10 anos ☐ Mais de 10 anos
-

Parte II – Percepções sobre o Lixão

5. Você conhece a localização do lixão a céu aberto de Antônio Martins?
☐ Sim ☐ Não
 6. Com que frequência você passa próximo ao lixão?
☐ Nunca ☐ Raramente ☐ Frequentemente ☐ Diariamente
 7. Na sua opinião, quais são os principais problemas causados pelo lixão?
☐ Mau cheiro
☐ Proliferação de insetos e animais
☐ Risco à saúde
☐ Poluição do solo e da água
☐ Queima de resíduos
☐ Outros: _____
 8. Você acredita que o lixão afeta a qualidade de vida da população local?
☐ Sim ☐ Não ☐ Parcialmente
-

Parte III – Saúde e Meio Ambiente

10. Você considera que o lixo contribui para a degradação ambiental do município?
☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei avaliar
11. Você ou alguém da sua família já apresentou problemas de saúde que acredita estarem relacionados ao lixo (ex.: alergias, problemas respiratórios, irritação nos olhos)?
☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei
-

Parte IV – Gestão e Soluções

12. Você acha que a Prefeitura deveria investir em alternativas como coleta seletiva e aterro sanitário?
☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez
13. Você estaria disposto(a) a participar de programas de reciclagem e educação ambiental?
☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez
14. Em sua opinião, qual seria a melhor solução para o problema do lixo?
-

Parte V – Hábitos de Descarte e Reciclagem

15. Na sua residência, vocês separam o lixo orgânico do lixo reciclável?
☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes
16. Você sabe qual é o destino final do lixo coletado no município?
☐ Sim ☐ Não Se sim, qual? _____
17. Como é feito o descarte orgânico na sua residência?
☐ Misturado com o lixo comum
☐ Destinado para compostagem
☐ Destinado a uso animal: _____
18. Como é feito o descarte do lixo reciclável (plástico, papel, metal, vidro)?
☐ Não separo

- ☐ Separo e entrego para catadores
- ☐ Separo e levo a pontos de coleta
- ☐ Outros: _____

19. Você acha que Antônio Martins deveria implantar um sistema de coleta seletiva?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

20. Caso fosse implantada a coleta seletiva no município, você acredita que a população participaria?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez