



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR PAU DOS FERROS
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUÁLISON LENTINE DA COSTA MONTE

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO CONRTROLADO DO MUNICÍPIO DE
ÁGUA NOVA/RN

PAU DOS FERROS

2021

LUÁLISON LENTINE DA COSTA MONTE

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO CONRTROLADO DO MUNICÍPIO DE
ÁGUA NOVA/RN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado,
a Universidade Federal Rural do Semiárido -
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como
requisito para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Joel Medeiros Bezerra

PAU DOS FERROS

2021

© 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.

M757d Monte, Luálison Lentine da Costa.
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO
CONTROLADO DE
ÁGUA NOVA- RN / Luálison Lentine da
Costa Monte. -2021.
64 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Joel Medeiros
Bezerra. Monografia (graduação) -
Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso
de Ciência e Tecnologia,
2021.

1. Resíduos sólidos. 2. saneamento
ambiental. 3. destinação final. I.
Bezerra, Prof. Dr. Joel Medeiros,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva CRB: 1115

LUÁLISON LENTINE DA COSTA MONTE

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO CONTROLADO DE ÁGUA NOVA/RN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado,
a Universidade Federal Rural do Semiárido -
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como
requisito para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 10 / 11 / 2021

BANCA EXAMINADORA

JOEL MEDEIROS
BEZERRA:06389468407

Digitally signed by JOEL MEDEIROS BEZERRA:06389468407
DN: CN=JOEL MEDEIROS BEZERRA:06389468407, OU=UFERSA
- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, O=ICPEdu, C=BR
Reason: I am the author of this document
Location: your signing location here
Date: 2021.11.12 08:21:43
Foxit Reader Version: 10.0.0

Prof. Dr. Joel Medeiros Bezerra (UFERSA)
Presidente

CLAWSIO ROGERIO CRUZ
DE SOUSA:05328256409

Assinado de forma digital por CLAWSIO
ROGERIO CRUZ DE SOUSA:05328256409
Dados: 2021.11.12 07:10:00 -03'00'

Prof. Dr. Cláwsio Rogério Cruz de Souza (UFERSA)
Membro Examinador

Sávio Felipe Pereira Barbosa

Eng. Sávio Felipe Pereira Barbosa (UFXYZ)
Membro Examinador

À minha família e aos meus avós (*in
memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me manter sempre na trilha e no rumo certo para conduzir esse trabalho.

Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

Deixo um agradecimento especial ao meu professor e orientador Dr. Joel Medeiros Bezerra, pelo incentivo e por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

Também quero agradecer à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

A todos os meus amigos e os colegas do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

“A persistência é o caminho do êxito.”
Charles Chap

RESUMO

O crescimento populacional e a forte industrialização têm promovido o rápido aumento na geração de resíduos sólidos (RS), acelerando assim o processo de degradação ambiental, ocasionando sérios impactos na qualidade de vida social. Os resíduos sólidos são um dos principais agentes que desencadeiam a poluição, que causa enorme degradação ao ambiente e danos a saúde do ser humano. O objetivo desse trabalho foi realização do diagnóstico ambiental do aterro controlado do município de Água Nova/RN. Sendo realizada a aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), para isso foi adotada uma metodologia proposta pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2020). Houve aplicação de questionário para caracterizar a gestão administrativa e o uso e ocupação em torno do aterro. Para isso foi aplicado 20 questionários sendo 13 aplicados no bairro Bela Vista e 7 na comunidade Vaca Morta, local onde está inserido o aterro. Os resultados obtidos evidenciam que a o aterro controlado encontra-se em situação inadequada de funcionamento, atualmente está funcionando como um vazadouro a céu aberto, diante de sua infraestrutura e condições operacionais. Com a instalação do aterro e o fim do lixão os moradores notaram que a queima e o odor diminuíram bastante. Já as queimadas praticamente acabaram, raramente elas ocorrem. Com os dados revelados percebeu-se que o aterro controlado, exige um grande planejamento detalhado de todas as etapas da construção e operação, sendo necessário adequar seu cenário. O seu mau dimensionamento pode desencadear inúmeras consequências para a saúde humana como para o meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, saneamento ambiental, disposição final.

ABSTRACT

Currently, the population growth and strong industrialization have promoted a rapid increase in the generation of solid residues, so accelerating the process of environmental degradation, causing a serious impact on the quality of social life. The solid residues is one of the main agents that trigger pollution, which causes enormous damage to the environment and terrifies human health. The aim of this study is to carry out the environmental diagnosis of the controlled landfill of the municipality of Água Nova. By applying the Residues Landfill Quality Index (IQR), it was adopted the methodology proposed by the Environmental Protection Agency in São Paulo (CETESB). It also pursued to apply a questionnaire to characterize the administrative management and the use and occupation around the landfill. For this, 20 questionnaires were applied, 13 were applied in the Bela Vista area and 7 in the community of Vaca Morta, where the landfill is located. The results indicate that the controlled landfill is in an inadequate operating situation, it is currently working as an open-air dump ground, in face of its infrastructure and operating conditions. With the installation of the landfill and the end of the garbage dump, the local residents noticed that the burning and odor had decreased significantly. The burnings are practically over, they rarely occur. On analysis of the data, it is recognised that the controlled landfill requires a great detailed planning of all stages of construction and operation, being necessary to adjust its scenario. Its wrong dimension can generating numerous

Keywords: Solid residues. Environmental sanitation. Final disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Veículos usados para o transporte de resíduos sólidos. A) Caminhão compactador de lixo. B) Caminhão caçamba.....	23
Figura 2 - Fluxograma da coleta e destino final dos distintos tipos de resíduos sólidos.	28
Figura 3 - Estrutura de um lixão.....	30
Figura 4 - Estrutura de um aterro controlado	31
Figura 5 - Esquema de funcionamento de um aterro sanitário	33
Figura 6 - Figura 6 – Mapa de localização do município de Água Nova – RN. a) Água Nova/RN, b) Mapa do Brasil, c) localização do município no estado do RN d) municípios que fazem fronteira com Água Nova.	39
Figura 7 - Características locais, estruturais e operacionais do aterro: a) Estrutura de isolamento. b) Placa de acesso. c) Resíduos expostos em frente (área externa) ao aterro.	42
Figura 8 - Resíduos expostos a céu aberto, a nível do solo. a) lixo mais concentrado. b) lixo mais espalhado.	42
Figura 9 - Presença de corpos hídricos nas proximidades do aterro controlado de Água Nova, RN	43
Figura 10 - Presença de animais no aterro. a) animal dentro do aterro controlado. b) animais em torno do aterro controlado	43
Figura 11 - Material reciclável coletado pelos catadores e acondicionado em bags	44
Figura 12 - Loteamento ao lado do aterro controlado de Água Nova	45
Figura 13 - Criação de animais no loteamento ao lado do aterro controlado de Água Nova..	45
Figura 14 - Poço desativado e plantio nas proximidades do aterro controlado de Água Nova. a) Poço desativado, b) Plantio	45
Figura 15 - Queima dos resíduos sólidos no extinto lixão	48
Figura 16 - Análise multitemporal da área do aterro de Água Nova e a rede de drenagem....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em 2010 e 2019.....	19
Gráfico 2 - Coleta de resíduos sólidos no Brasil	25
Gráfico 3 - Índice de coleta de resíduos no Brasil e regiões (%) em 2010 e 2019.....	25
Gráfico 4 - Disposição final dos resíduos sólidos adequada versus inadequada no Brasil em t/ano.....	30
Gráfico 5 - Disposição final dos resíduos sólidos adequada vs inadequada no Brasil em t/ano	32
Gráfico 6 - Formas de destinação final de Resíduos sólidos nas regiões	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manejo dos distintos tipos de resíduos, frequência, viagens e destinação final.....	46
Tabela 2 - Avaliação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos do aterro controlado de Água	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CETESBE - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte

IQR – Índice de Qualidade de Resíduos de Aterro

NBR – Norma Brasileira

PNRS – Plano Nacional de Resíduos sólidos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.2 OBJETIVO GERAL	17
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	18
3.2 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	21
3.3 ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	22
3.3.1 Geração, acondicionamento e armazenamento de resíduos sólidos	22
3.3.2 Coleta e Transporte.....	23
3.3.3 Tratamento	25
3.3.4 Destinação final	27
3.4 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	29
3.4.1 Depósito em céu aberto	29
3.4.2 Aterro Controlado.....	31
3.4.3 Aterros Sanitários	32
3.5 PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTE DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	34
3.6 AVALIAÇÃO DE ATERROS CONTROLADOS	35
4 METODOLOGIA.....	38
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	38
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	38
4.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1 CARACTERIZAÇÃO E INFRAESTRUTURA DO ATERRO	42
5.2 GESTÃO ADMINISTRATIVA DO ATERRO	45
5.3 CONTEXTO HISTÓRICO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	47
5.4 APLICANDO O IQR NO ATERRO CONTROLADO DE ÁGUA NOVA/RN	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS.....	55
ANEXOS.....	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

A produção de resíduos sólidos, em função da sua quantidade e diversidade, tem gerado grandes problemas ambientais nos últimos anos, principalmente decorrente do seu descarte e sua disposição final. Diante desse cenário, Rodrigues (2015) afirma que, com a descoberta de que o descarte inadequado de resíduos sólidos causa danos à saúde pública, ao equilíbrio ecológico e ao bem-estar biológico, a busca por boas práticas e o manejo adequado dos resíduos tornou-se uma prática indispensável.

Para Bong et al. (2017) e Du et al. (2017), a produção de resíduos sólidos vem ganhando destaque global por gerar alguns impactos sociais e ambientais prejudiciais e acarretando assim o aquecimento global e às mudanças climáticas. Diante destes problemas, o manejo e a disposição final adequada dos resíduos podem minimizar tais impactos.

Visando uma melhor qualidade na disposição final dos resíduos sólidos, os aterros tem se tornado uma boa opção frente aos vazadouros a céu aberto. Uma vez que, o aterro sanitário tem o objetivo de melhorar as condições sanitárias relacionadas aos descartes sólidos urbanos evitando os danos da sua degradação descontrolada (SPINOLA, 2017). Promovendo melhorias visando à proteção ambiental, evitando o contato do meio com o biogás e com o chorume produzidos pela decomposição da fração orgânica. Segundo Corrêa et al. (2019) os aterros controlados por sua vez apresentam certo controle ambiental, pois é realizado uma cobertura diária (isolamento) dos resíduos, evitando assim a propagação de vetores. Por outro lado, não atende integralmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Logo, tais aterros devem passar por um sistema de monitoramento para validar sua eficácia. Para Borges (2016) embora os aterros sanitários sejam considerados um método adequado de disposição, eles são altamente susceptíveis de causar degradação ambiental, por isso é necessário apresentar um processo de avaliação de impacto ambiental antes da implementação, tal como realizar o monitoramento contínuo de suas ações na operação.

Visando avaliar periodicamente e de forma sistemática tais dispositivos, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) desenvolveu um formulário tipo checklist para validar a eficácia dos aterros, ao fazer o emprego da sistematização do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), permitindo expressar as condições ambientais desses locais.

Segundo a Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), ao realizar o levantamento do cenário nacional dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no ano de 2019, identificou que a região Nordeste destinou 35,6% dos

resíduos coletados em aterros sanitários, 32,9% em aterros controlados e 31,5% tinha como destino final os lixões. Ainda conforme a ABRELPE (2020), no estado do Rio Grande do Norte em 2019 foram coletadas 992.070 toneladas de resíduos sólidos, sua coleta apresenta uma cobertura de 89% do território estadual.

Inserido nessa realidade, o município de Água Nova possui como dispositivo para disposição final de seus resíduos a estrutura de um aterro controlado, o qual foi proposto pelo ministério público do Rio Grande do Norte, através do centro de apoio as promotorias de defesa do meio ambiente. Até o ano de 2019 o município tinha o vazadouro a céu aberto como única alternativa para depósito dos resíduos, seu uso gerava danos ao meio ambiente.

Uma vez que se tenha esse tipo de dispositivo, não apresentando eficácia quanto a sua operação ele está propenso a causar a tríplex poluição, como também causar danos à saúde e danos ambientais e sociais, além de sanitários e estéticos.

Logo, visando melhorar as condições de operação do aterro controlado do município de Água Nova, faz-se necessário averiguar a eficácia de seus procedimentos administrativos voltados a operação, tal como a manutenção de suas instalações, além de verificar as medidas adotadas para o devido controle ambiental. Visto que faz necessário promover condições de controle e mitigação ambiental para que o município tenha o local adequado para a disposição final dos seus resíduos sólidos, sem comprometer a saúde da população e do meio ambiente.

Diante da relevância do manejo e disposição final adequada dos resíduos, faz-se necessário a promoção de ações e estudos que vislumbre o ordenamento e adequação dos aspectos tecnológicos e operacionais, promovendo o controle ambiental e a minimização dos eventos de danos ambientais. Sendo necessário avaliar não só a questão de infraestrutura como também a gestão administrativa desse tipo de dispositivo. Presando pela segurança da saúde pública, salubridade e qualidade ambiental.

2 OBJETIVOS

2.2 OBJETIVO GERAL

Realizar o diagnóstico ambiental do aterro controlado do município de Água Nova/RN.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a infraestrutura e a gestão administrativa do aterro controlado de Água Nova;
- Analisar o contexto histórico de uso e ocupação do solo no entorno do aterro;
- Espacializar o aterro controlado e seu entorno;
- Aplicar o Índice de Qualidade de Aterros (IQR) para avaliar o sistema de disposição final de resíduos do aterro.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

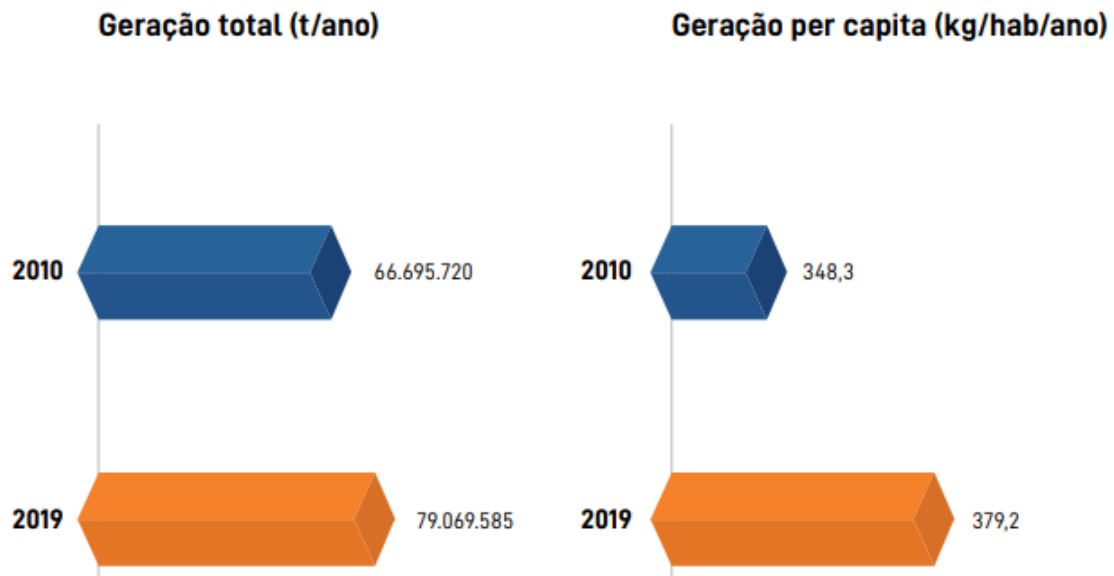
Segundo Silva et al. (2016), o crescimento populacional e a forte industrialização têm promovido o rápido aumento na geração de resíduos sólidos, acelerando assim o processo de degradação ambiental, ocasionando sério impacto na qualidade de vida social. Rodrigues (2015) acrescenta que junto com o aumento populacional veio a necessidade de repensar as práticas enquanto sociedade, seja no âmbito ambiental, social ou ecológico.

De acordo a Lei Federal nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conceitua resíduo sólido como:

“[...] todo e qualquer material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, no estado sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010)”.

De acordo com o panorama divulgado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), em 2019 a geração de resíduos sólidos urbano alcançou a marca de 79 milhões de toneladas de resíduos por ano apresentando um aumento significativo comparado ao ano de 2010, por sua vez a geração per capita alcançou a marca de 379 kg/ano. No Gráfico 1 é possível ver a comparação de geração de Resíduos sólidos.

Gráfico 1 - Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em 2010 e 2019.



FONTE: ABRELPE (2020)

Devido à diversidade dos resíduos gerados, existem inúmeras formas de classificá-los, considerando a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é necessário investigar as condições de cada material e suas características.

Para classificar e caracterizar o resíduo sólido é necessário verificar as condições de cada material, quanto às características físicas, químicas, biológicas e também quanto à origem do resíduo. O objetivo desta diferenciação é possibilitar o adequado gerenciamento do resíduo de acordo com sua classificação (RODRIGUES, 2015).

A norma técnica NBR 10.004/2004 classifica o resíduo de acordo com o grau de contaminação do meio ambiente e à saúde pública:

- a) Resíduos classe I - Perigosos;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos;
 - Resíduos classe II A – Não inertes.
 - Resíduos classe II B – Inertes.

Classe I – Resíduos Perigosos: são aqueles que indicam algum dano à saúde pública e ao meio ambiente, requerendo tratamento e uma acomodação especial em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Como exemplo, tem-se os radioativos, inflamáveis, com risco químico, infectantes, entre outros.

Classe IIA – Resíduos não perigosos e não inertes: são os que apresentam uma particularidade tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Os resíduos domésticos são exemplos dessa classe.

Classe IIB – Resíduos não perigosos e inertes: são aqueles que, estão sujeitos a um contato estático ou dinâmico com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente. A exemplo, tem-se os resíduos de construção civil.

Além disso a PNRS descreve o critério de peculiaridade como classificatório, porém não distingue os não inertes dos inertes. Diante disso a Lei nº 12.305/2010 em seu artigo 13º elenca distintas fontes de origem do resíduo, as quais podem ser

- a) resíduos domiciliares: oriundos da atividade doméstica;
- b) resíduos de limpeza urbana: provenientes da limpeza urbana (varrição, limpeza de logradouros e vias públicas);
- c) resíduos sólidos urbanos: a soma das alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: são os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: resíduos gerados nessas atividades, excluindo os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: gerados na indústria e no seu processo de produção;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme regulamento e normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de vigilância Sanitária (SNVS);
- h) resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: oriundos das atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: provenientes da atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

A geração de resíduos sólidos tem-se elevado, o que tem desencadeado problemas ambientais, dessa forma demandando a necessidade da promoção da gestão destes, além de ações estratégicas voltadas a promoção do gerenciamento de resíduos sólidos

3.2 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos sólidos evoluiu em vários países da Ásia, Europa e América, como exemplo pode-se citar a experiência da cidade de Los Angeles que de 1970 a 2019, em que eles reduziram 80% dos resíduos por meio da reciclagem e reutilização e esperam ter desperdício zero em 2025 (ZALDIVIAR, 2017).

Em contrapartida, no Brasil segundo a ABRELPE (2020) a maior parte do resíduo coletado e disposto em aterros aumentou 10 milhões de toneladas em dez anos, passou de 33 milhões de toneladas para 43 milhões de toneladas por ano. Por outro lado, a quantidade de resíduos que escoam para unidades impróprias (lixões e aterros controlados) também aumentou, de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais de 29 milhões de toneladas por ano.

Segundo a Lei nº 12.304/2010, em seu Art. 3º, § XI, a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) é definida como “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). Já o gerenciamento de resíduos sólidos remete a:

o conjunto de etapas relativas ao manejo propriamente dito dos resíduos, e que contempla desde a geração, passando pelo acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, transferência, tratamento, destinação final ambientalmente adequada e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010).

Melo (2017) ressalta que, o gerenciamento participa dos procedimentos de planejamento e implementação da gestão, enquanto a gestão trabalha com todo e qualquer tipo de aspecto relacionado direta ou indiretamente com a questão dos resíduos sólidos.

De acordo com o arcabouço legal criado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), os municípios brasileiros são responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos urbanos, desde a coleta até a disposição final. De acordo com Carbonai et al. (2020) a Política Nacional de Resíduos Sólidos desenvolveu um conjunto de ferramentas e equipamentos, incluindo a adoção obrigatória de planos estaduais e municipais de gerenciamento de resíduos por dois anos a partir da data de seu lançamento.

Diante dessas definições, percebeu-se que para se chegar a uma eficiente gestão de resíduos faz-se necessário identificar e analisar todos os métodos, observando e

acompanhando cada etapa dos processos, para garantir de forma eficaz e se possível, inserindo tecnologias que possibilitem um tratamento ideal.

3.3 ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os aquíferos são formações geológicas que se estabelecem como reservatórios subterrâneo de água. O abastecimento desses reservatórios são formados através da precipitação atmosférica, devido ao ciclo hidrológico a água da chuva que chega nos mares aos continentes que finaliza infiltrando nos aquíferos na suas recargas. (COELHO, MOTTA, HAVENS, 2016).

3.3.1 Geração, acondicionamento e armazenamento de resíduos sólidos

Segundo Costa (2016) a saída em massa do homem do campo para a cidade gerou um conflito territorial, ocasionou mudança nos hábitos da sociedade voltadas para o consumo, favoreceu o surgimento de um cenário de geração excessiva de resíduos sólidos. Nesse sentido, o aumento do número Resíduos sólidos gerados devido ao crescimento populacional, a melhoria das atividades humanas e dos padrões de vida tornou-se uma questão importante para a geração dos resíduos passou a constituir um grande problema para as administrações públicas, haja vista que a infraestrutura urbana não acompanhou esta evolução, notoriamente os sistemas de saneamento básico e gestão de resíduos sólidos.

Para Barros (2012) o acondicionamento de resíduos sólidos é parte importante para o correto gerenciamento de resíduos sólidos. Isso porque é uma etapa que antecede a coleta e como o lixo é coletado afetará o modo de transporte. Os resíduos devem ser empacotados no próprio ponto de geração. Segundo a Fundação Nacional da Saúde (2019) os produtores são responsáveis pelo acondicionamento e armazenamento de resíduos sólidos, bem como sua apresentação para a coleta nos dias e horários estabelecidos pelo órgão responsável pela limpeza urbana.

De acordo com a ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004), o acondicionamento dos resíduos se dá em função da sua origem e periculosidade. Para isso deve ser levado em conta também, aspectos da logística reversa e de acondicionamento dos resíduos de modo que venha facilitar a sua reinserção na cadeia produtiva.

3.3.2 Coleta e Transporte

Os programas de coleta seletiva caracterizam-se segundo a própria Lei nº 12.305/10 como a:

“coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição”. É um dos principais instrumentos do PNRS prescritos em lei que facilitam o acesso dos municípios aos recursos da União caso adotem as cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, formadas por pessoas de baixa renda, ou seja, as cidades que adotarem esta prática poderão ser beneficiadas financeira e socialmente (Baptista, 2015).

Conforme o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) (2001), a coleta e o transporte de resíduo doméstico de imóveis residencial, público e pequenos negócios geralmente são realizados por órgãos municipais responsável pela limpeza da cidade. Para esses serviços, são utilizados recursos próprios da prefeitura, da empresa contratada, seja por terceirização ou sistemas híbridos, como aluguel de automóveis e uso de mão de obra da prefeitura. O IBAM (2001) acrescenta que o transporte dos resíduos pode ser realizado de dois tipos, em carros com compactação (Figura 1a) e em carros sem compactação caminhão baú (Figura 1b).

Figura 1 - Veículos usados para o transporte de resíduos sólidos. A) Caminhão compactador de lixo. B) Caminhão caçamba



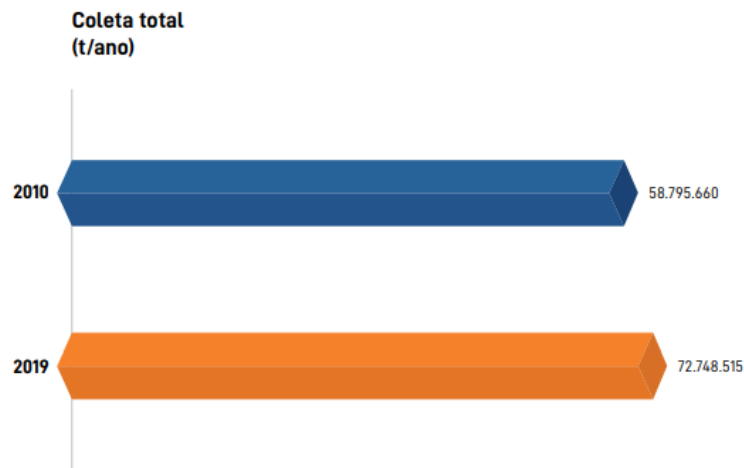
Fonte: DAMAEQ 2017

Um veículo adequado para a realização de coleta de resíduo domiciliar deve possuir as seguintes características:

- não permitir derramamento do lixo ou do chorume na via pública;
- apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1, ou seja, cada 3m³ de resíduos ficarão reduzidos, por compactação, a 1m³;
- apresentar altura de carregamento na linha de cintura dos garis, ou seja, no máximo a 1,20 m de altura em relação ao solo;
- possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- possuir carregamento traseiro, de preferência;
- dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores;
- apresentar descarga rápida do lixo no destino (no máximo em três minutos);
- possuir compartimento de carregamento (vestíbulo) com capacidade para no mínimo 1,5m³;
- possuir capacidade adequada de manobra e de vencer aclives;
- possibilitar basculamento de contêineres de diversos tipos;
- distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão;
- apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área.

De acordo com a ABRELPE (2020), a coleta de resíduos sólidos cresceu em todas as regiões do país, apresentado uma cobertura de coleta de 92%. Perante o exposto Rocha et al. (2017) comenta-se que, ainda com toda tecnologia, muitos materiais não podem ser reciclados, como fita adesiva, rolhas, cliques, etiquetas adesivas, esponjas de aço, cerâmica, porcelana, entre outros. Esses materiais devem ser encaminhados a locais adequados, os aterros sanitários. No gráfico 2, pode-se visualizar a comparação de resíduos coletados nos anos de 2010 e 2019.

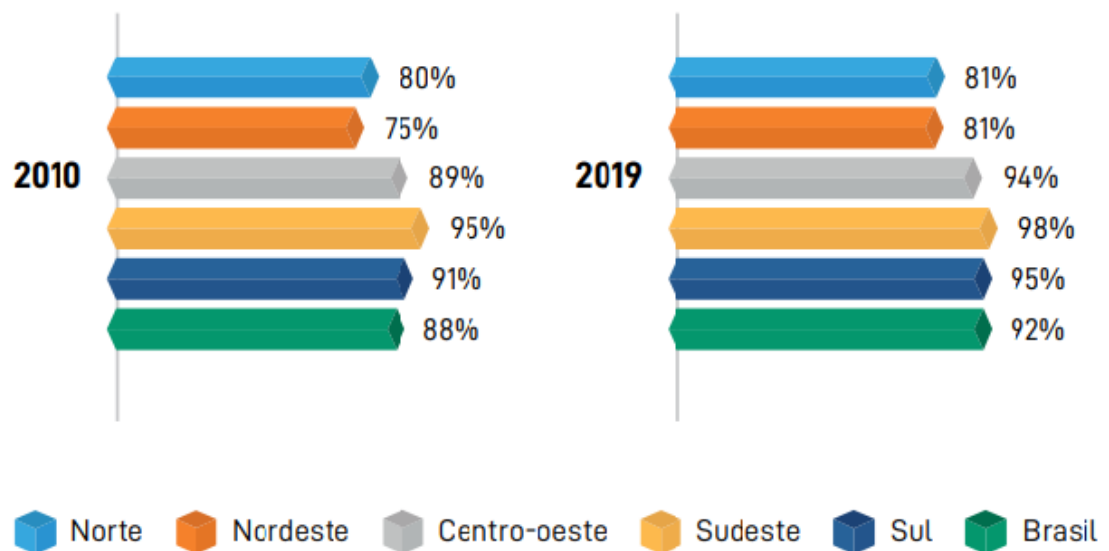
Gráfico 2 - Coleta de resíduos sólidos no Brasil



Fonte: ABRELPE (2020)

No gráfico 3 verifica-se o aumento da coleta por regiões do país, evidenciando um aumento significativo em cada região, exceto na região norte que teve um aumento apenas de 1%.

Gráfico 3 - Índice de coleta de resíduos no Brasil e regiões (%) em 2010 e 2019



Fonte: ABRELPE (2020)

3.3.3 Tratamento

Segundo a Lei nº12.305 em seu Art. 9º que fala da ordem de prioridade do gerenciamento de resíduos. “Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser

observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010). Na prática, isso significa que todos os resíduos devem ser tratados adequadamente antes do descarte. As soluções incluem práticas de reutilização, reaproveitamento, reuso, reciclagem, higiene e educação ambiental, logística reversa, coleta seletiva e a compostagem.

De acordo com Murgu et al. (2010) existem inúmeras maneiras de se fazer o descarte ou tratamento dos resíduos sólidos, pode ser por meio da compostagem, da incineração, da esterilização, de aterros sanitário ou controlado, de aterro industrial e até mesmo em lixões, no entanto, nem todas são consideradas adequadas podendo causar problemas à saúde pública, por meio da proliferação de doenças, originando assim a poluição do solo e das águas por meio do chorume.

Para Jucá (2014) o tratamento de resíduos sólidos são etapas que mesclam os procedimentos químicos, físicos e biológicos, eles têm como objetivo minimizar a carga de poluentes no meio ambiente e diminuir o impacto na saúde, podendo até aperfeiçoar a economia de resíduos.

A compostagem é um dos tratamentos para a matéria orgânica, Capaz et al. (2014) citam a compostagem aeróbica e a compostagem anaeróbica, por meio do uso de biodigestores, afim de diminuir parte dos resíduos enviados a aterros, atendendo assim a Política Nacional de Resíduos sólidos. Os autores complementam que o composto gerado na compostagem aeróbica é o húmus (composto orgânico), sendo ele usado como adubo para o solo, desde que no processo de compostagem sejam anulados os microrganismos patogênicos.

Um outro tratamento é a digestão anaeróbica, para McDougall et al. (2004) a digestão anaeróbia envolve a degradação da matéria orgânica por meio da ação da matéria orgânica na ausência de oxigênio, os microrganismos formam compostos mineralizados, além de formar o gás, principalmente dióxido de carbono e metano, podendo ser usado como fonte de energia. O processo é adequado para resíduos muito úmidos, como lodo residual e restos de comida que são difíceis de compostagem.

A digestão anaeróbia da fração orgânica de RSU, desenvolve um papel importante no gerenciamento dos resíduos, uma vez que economiza espaço nos aterros sanitários e abre possibilidade para o aproveitamento energético do biogás gerado, com alto teor de metano (CAPAZ et al., 2014).

A incineração é uma técnica de tratamento de RSU por meio da combustão na presença de oxigênio e com um combustível auxiliar, em um sistema fechado, resultando em

cinzas, gases e líquidos (BARROS, 2012), acrescenta que tal tratamento só é possível se houver equipamentos que tenham controle de poluentes.

3.3.4 Destinação final

Consiste na disposição definitiva dos RSU, após tratamento, no aterro sanitário ou em valas sépticas, que são locais previamente preparados para recebê-los – sem perigo de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Pela legislação brasileira, a disposição deve obedecer a critérios técnicos de construção e operação, sendo exigido licenciamento ambiental, Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2019).

Diante desse cenário Marchi (2015), menciona que a destinação inadequada dos resíduos gera grandes consequências ao meio ambiente. Ainda segundo o mesmo autor, gerenciar adequadamente os resíduos sólidos é uma questão de sustentabilidade ambiental, além de reduzir custos porque a poluição pode ser interpretada como perda de insumo. A figura 3 ilustra o destino de cada resíduo gerado por sua tipologia.

Figura 2 - Fluxograma da coleta e destino final dos distintos tipos de resíduos sólidos.



Fonte: COMCAP (2014)

Segundo Santos e Silva (2018), a destinação inadequada de resíduos sólidos não é um problema recente, mas ainda é um dos maiores problemas da sociedade em termos de saneamento básico e ao meio ambiente, principalmente em cidades que passaram por desenvolvimento tecnológico e populacional, onde o aumento do consumo de bens aumentará a quantidade de resíduos produzidos. Se esses resíduos não forem tratados de maneira adequada, eles causarão poluição, contaminação do solo e desperdício de materiais recicláveis, causando danos ao meio ambiente e à saúde listado.

Logo, o gerenciamento desses resíduos gera preocupação nos órgãos ambientais, pois, a destinação inadequada compromete a saúde do meio biótico, abiótico e antrópico (LUNES, 2016).

3.4 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A disposição final ambientalmente inadequada é aquela em que os critérios legais e normativos de engenharia e de proteção do solo, da água e do ar não são atendidos em sua integralidade, e que são citados na bibliografia na forma de lixão ou de aterro controlado (MELO, 2017). De acordo com PNRS, a respeito da disposição final de resíduos existe apenas duas formas de descartar o resíduo: a ambientalmente inadequada e adequada, sendo a última permitida por lei.

A Lei nº 12.305 de 2010, em seu Art. 3º, § VIII, define que a disposição final ambientalmente adequada é aquela com distribuição ordenada de rejeitos em aterros, de acordo com normas operacionais específicas, sendo a única forma ainda permitida por lei o aterro sanitário, pois trata da maneira que evita danos ou riscos à saúde pública e à segurança, além de minimizar impactos ambientais adversos. Segundo PNRS (2010) rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Para Silva (2015) no Brasil assim como em outros países em desenvolvimento, essa mudança em relação à ação de reduzir o descarte de resíduos sólidos, ainda é comparado com países desenvolvidos como o Japão, Estados Unidos e Alemanha, é quase inviável, porque faltaram atitudes em relação à responsabilidade ambiental dos outros, estando relacionadas ao crescimento populacional e o crescimento desordenado dos grandes centros das cidades.

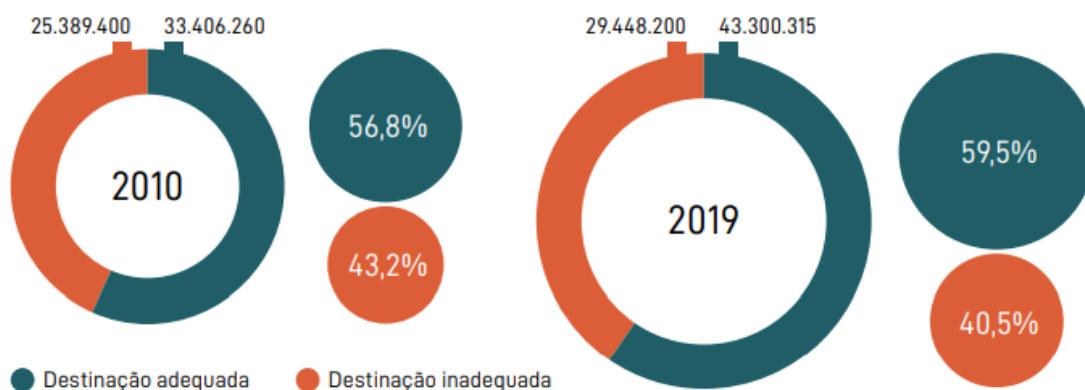
Conforme a NBR 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) existem diferentes tipos de disposição dos resíduos sólidos: aterro sanitário, aterro controlado e lixão.

3.4.1 Depósito em céu aberto

Para Silva (2016) os lixões são locais onde o lixo coletado é jogado diretamente no solo sem nenhum controle e nenhuma preocupação com o meio ambiente, poluindo tanto o solo quanto os lenções freáticos, quanto o ar e as superfícies vizinhas. Conforme Rosa et al. (2017), os resíduos assim lançados permanecem expostos tornando-se pontos geradores de vetores de doenças (moscas, baratas ratos etc.). De acordo com o panorama de resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2020) o descarte de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por

ano (em 2010) para 29 milhões (em 2019). O gráfico 4 apresenta a comparação da destinação adequada da inadequada no Brasil nos anos de 2010 e 2019.

Gráfico 4 - Disposição final dos resíduos sólidos adequada versus inadequada no Brasil em t/ano

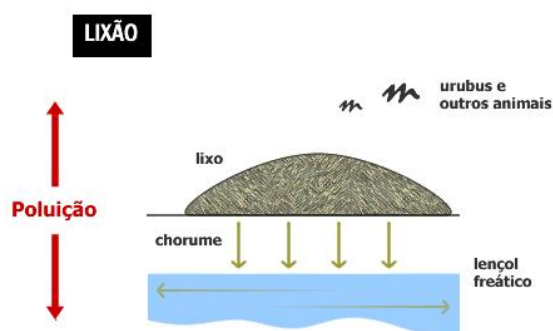


Fonte: ABRELPE (2020)

De acordo com Mendes et al (2020) os pequenos municípios enfrentam os maiores desafios com as questões de resíduos sólidos urbanos e a implementação de soluções e planos práticos, em limitações econômicas, de acesso insuficiente às tecnologias, dificuldade em organizar a gestão adequada de resíduos planos e formação técnica inadequada dos profissionais.

Na figura 3 mostra a estrutura de um lixão que consiste basicamente em expor os resíduos a céu aberto.

Figura 3 - Estrutura de um lixão.



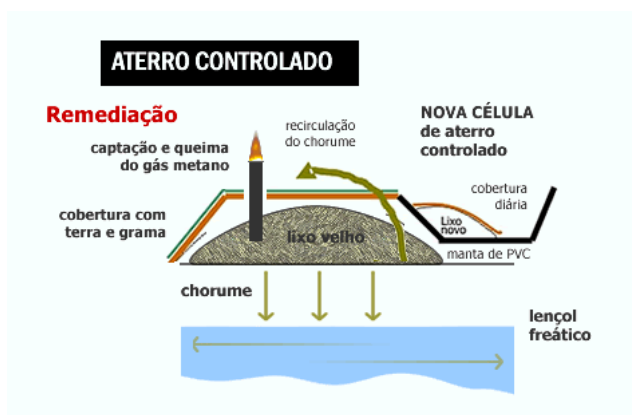
Fonte: Eco Clean Ambiental (2021).

3.4.2 Aterro Controlado

Pereira (2019) afirma que, os aterros sanitários muitas vezes são economicamente inviáveis para implantação, dependendo das necessidades da região em que esse iria atender. Logo, uma alternativa que, apesar de não ser a ideal, é muitas vezes empregada é de se executar os chamados aterros controlados. O aterro controlado foi proposto pela norma NBR 8.849/1985 sendo essa modalidade aceita por mais de 30 anos, sua suspensão veio em 15 de junho de 2015 (ABNT, 2015), depois da criação da PNRS de 2010, no qual não admiti mais essa modalidade. Passando a ser considerada como uma forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, no qual o único cuidado realizado é o recobrimento da massa de resíduos e rejeitos com terra (BRASIL, 2012b).

O aterro controlado também é uma forma de se confinar tecnicamente o lixo coletado sem poluir o ambiente externo, porém, sem promover a coleta e o tratamento do chorume e a coleta e a queima do biogás (SANTOS et al., 2012).

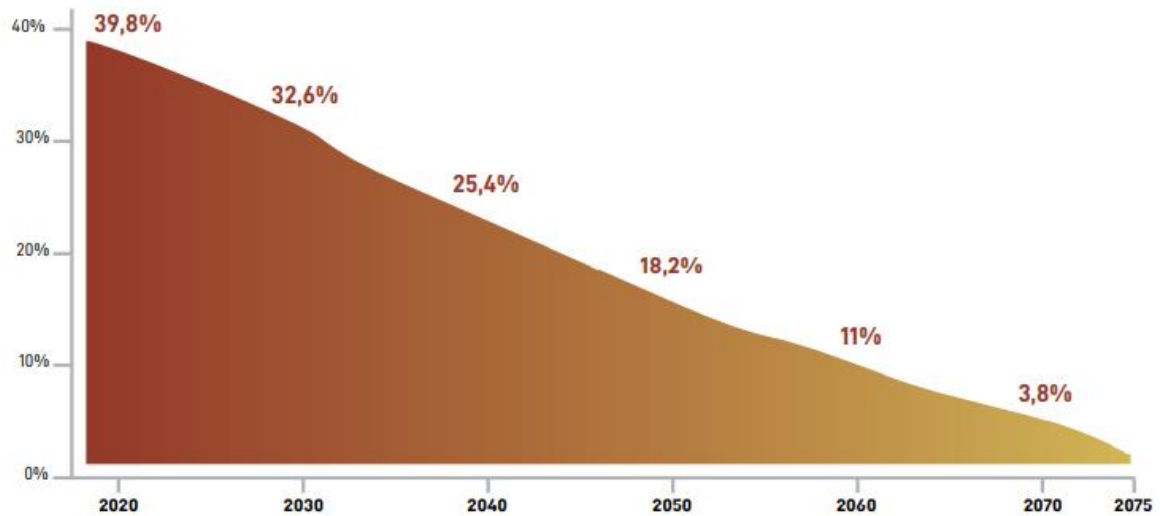
Figura 4 - Estrutura de um aterro controlado



Fonte: Eco Clean Ambiental (2021)

Considerando o cenário atual do Brasil (ABRELPE, 2020) cerca de 40% dos resíduos coletados tem como destino lixões e aterro controlado, logo são descartados de forma inadequada. Estima-se que nos próximos 55 anos sejam encerrados os descartes em lixões e aterros controlados, se os gestores mantiverem o ritmo atual. No gráfico 5 é possível acompanhar a projeção da evolução do descarte para os próximos anos.

Gráfico 5 - Disposição final dos resíduos sólidos adequada vs inadequada no Brasil em t/ano



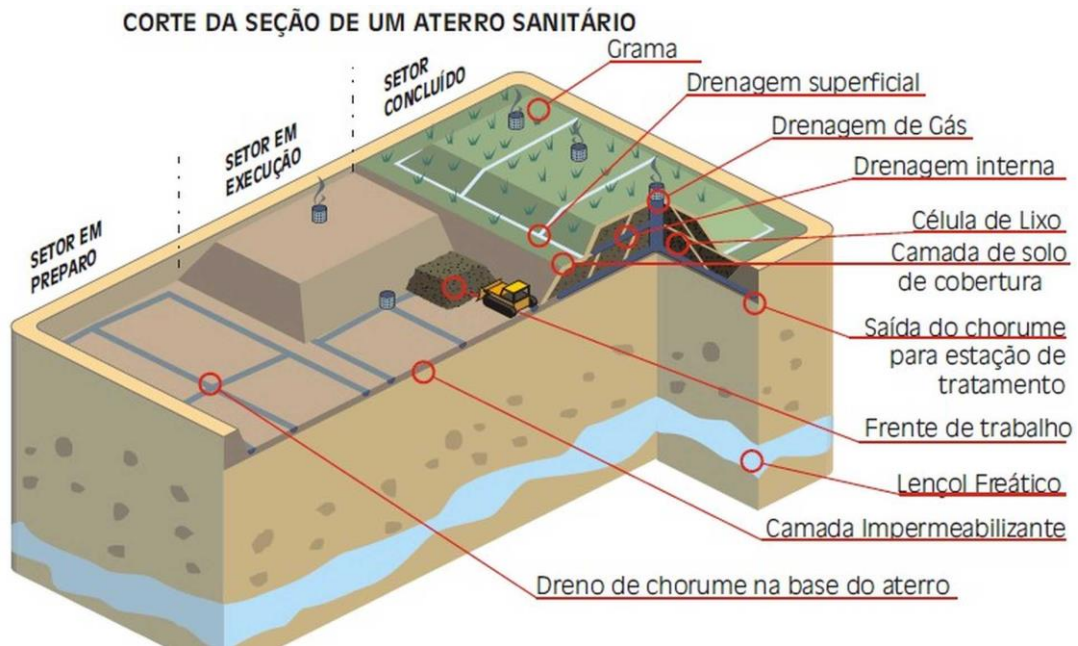
Fonte: ABRELPE (2020)

3.4.3 Aterros Sanitários

No mundo inteiro, com algumas poucas exceções, os aterros sanitários representam a principal opção de destinação final dos resíduos sólidos, apesar do imenso esforço em se repensar, reduzir, reaproveitar, reutilizar e reciclar. Apesar da contradição, em vários países, o aterro sanitário tem sido a mais importante meta a alcançar, com vistas a um tratamento adequado dos resíduos (JUCÁ, 2003).

Segunda a CETESB (2020) o aterro sanitário é uma melhoria de uma das mais antigas tecnologias utilizadas pelo homem para a eliminação de resíduos. É uma obra de engenharia que visa acomodar os resíduos no solo no menor espaço prático possível, causando o mínimo de danos ao meio ambiente ou à saúde pública. Complementa ainda citando críticas com relação ao não tratamento ou reciclagem dos materiais. A figura 6 apresenta o esquema de funcionamento de um aterro controlado, com suas devidas estruturas mínimas a serem promovidas.

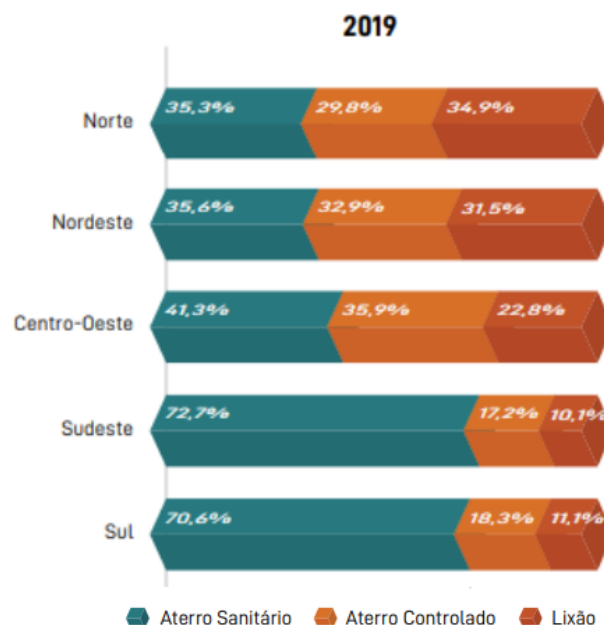
Figura 5 - Esquema de funcionamento de um aterro sanitário



Fonte: Ciência e cultura (2012)

No gráfico 6 observa-se o cenário nacional quanto a destinação dos resíduos sólidos por regiões do país.

Gráfico 6 - Formas de destinação final de Resíduos sólidos nas regiões



Fonte: ABRELPE (2020)

3.5 PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTE DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O lixo é um dos principais agentes que desencadeiam a poluição, que causa enorme degradação ao meio ambiente e provoca danos a saúde do ser humano. Não há como não produzir lixo, mas é sabido que o volume de resíduos sólidos produzidos nos grandes centros urbanos é tão significativo, que é considerado um dos maiores responsáveis pela poluição do meio ambiente (BANDEIRA, 2014). Diante desse cenário Rosa et al. (2017) acrescentam que a falta de espaços físicos junto de técnicas mal executas proporcionam um status de grande potencial de poluente.

Conforme Miyagawa et al. (2016), o produto da decomposição dos resíduos é conhecido como chorume. De acordo com Costa (2004) e Lessa (2017) este líquido advindo da decomposição da matéria orgânica e de produtos químicos tóxicos disseminados nos resíduos podem ser carreados por via superficial até os rios, onde é incorporado à água e também pode penetrar no solo e atingir águas subterrâneas. Mucelim e Belline (2007) acrescentam que essa prática pode causar assoreamento, enchentes, e até mesmo poluição

visual, mau cheiro e a contaminação do ambiente, culminando na ocorrência de distintos impactos ao ambiente.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986).

Para Lima (2017), por não ocorrer a separação dos materiais em lixões, o amontoado de matéria orgânica gera fortes odores e conseqüentemente acaba atraindo animais que atuam como propagadores de doenças, como: leptospirose, diarreia, cólera, entre outras. Ocorre também a liberação de gases tóxicos devido a decomposição de materiais ou ocasionadas até mesmo pelo ateamento de fogo no local, sendo esse último prática bastante recorrente.

Lima (2017) segue comentando que, apesar de todos os problemas citados acima, existe ainda os derivados das perdas econômicas dos moradores que vivem no entorno, que acabam por terem seus terrenos desvalorizados economicamente, se agravando ainda mais com a falta de colaboração dos habitantes, que muitas vezes não buscam o destino adequado para os resíduos gerados em suas residências.

A participação da comunidade em programas ambientais é recente no Brasil (MARQUE et al., 2017). Segundo Crespo (2005) a problemática ambiental foi sendo incorporada no país a partir de 1992, quando aconteceu a Rio-92.

Visto que os aterros controlados é uma tentativa de reduzir os problemas praticados pela geração de resíduos, é necessário que haja um monitoramento que certifique sua segurança perante a saúde pública e ao meio ambiente.

3.6 AVALIAÇÃO DE ATERROS CONTROLADOS

De acordo com a NBR 10.004/2004 a diferença entre aterros controlados e lixões é que eles cobrem o terreno todos os dias, mas não atendem aos requisitos técnicos básicos. Diante desse cenário Monteiro (2011) acrescenta que os aterros controlados são uma forma de

confinar os resíduos coletados, porém não é totalmente seguro, pois nesses locais não são realizados a coleta e o tratamento adequado para o chorume e a queima do biogás.

Segundo Melo (2017), um aterro pode ser considerado sanitário quando todos os requisitos técnicos legais e normativos forem atendidos para permitir uma disposição final que respeite o meio ambiente dos resíduos sólidos. Para isso, todos os critérios de engenharia devem ser respeitados.

Melo (2017) acrescenta que, nesse sentido, diversos tipos de análises podem ser citados para facilitar a avaliação, a segurança de sua estrutura operacional, a qualidade ambiental da água e do solo, ar e flora, além de proteger a saúde dos trabalhadores, populações e animais, tais como:

- análise geotécnica da estabilidade do maciço;
- análise físico-química e bacteriológica de lixiviado;
- análise da qualidade das águas superficiais;
- análise da qualidade das águas subterrâneas;
- análise do biogás; análise de contaminação dos solos;
- análise ecotoxicológica dos solos;
- dentre outras.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) desde 1997, organiza e divulga anualmente as condições ambientais e sanitárias da destinação final dos resíduos domésticos em São Paulo para a elaboração do inventário nacional de resíduos domésticos e aprimoramento do mecanismo de gestão ambiental.

Os inventários fornecem informações do novo método de avaliação do Índice de Qualidade de Resíduos (IQR). Essa abordagem agrega novos critérios de pontuação e classificação aos locais de destino, combinando o conhecimento e a experiência adquiridos pela CETESB ao longo dos anos.

“As informações coletadas nas inspeções realizadas pelos técnicos da CETESB são processadas a partir da aplicação de um questionário padronizado, que avalia as características locais, estruturais e operacionais dos locais de tratamento e disposição de resíduos. Os dados apurados permitem expressar as condições ambientais desses locais por meio dos Índices de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR, de Qualidade de Aterro de Resíduos em Valas – IQR-Valas e de Qualidade de Usinas de Compostagem – IQC, classificados na nova proposta em duas faixas de enquadramento: inadequada e adequada, diferentemente do enquadramento dos

índices tradicionais, anteriormente utilizados, que classificava em três faixas: inadequada, controlada e adequada” (CETESB, 2021).

Conforme Melo (2017) A utilização de indicadores supera a dificuldade de medir o nível de qualidade dos aterros sanitários em um período específico em relação a períodos anteriores e outras localidades. Visto que os padrões e a legislação precisam atender a indicadores importantes, é impossível comparar diferentes instalações de disposição final ou diferentes indicadores da mesma instalação sem pesar cada indicador para determinar qual terá um indicador maior e igual. Ou menos importante em relação ao outro.

4 METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

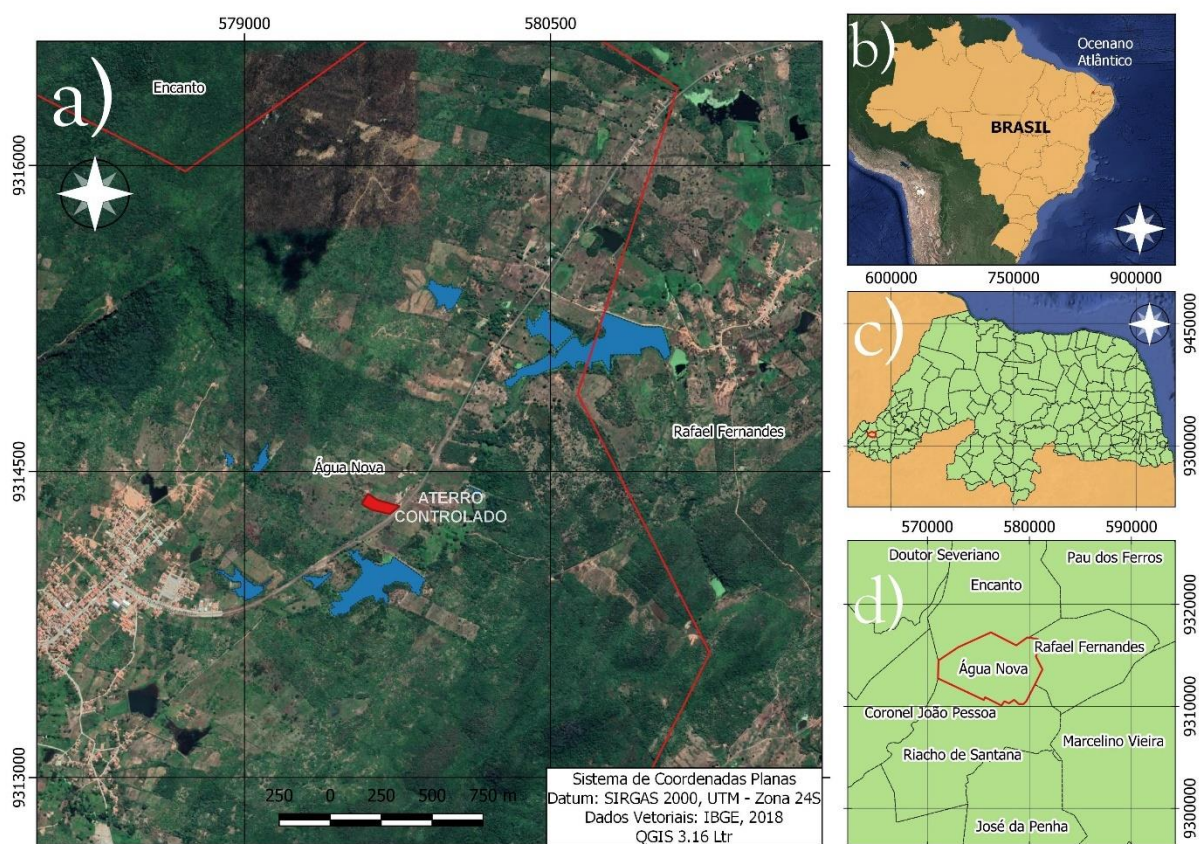
O presente estudo classifica-se como estudo de caso exploratório, conforme Gil (2002), o qual descreve como um estudo que visa compreender o problema, explica-lo ou criar hipótese. O trabalho assumiu uma abordagem qualitativa e exploratória, em que será realizado um estudo de caso com base em discussões, 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 foram coletados dados quantitativos necessários para orientar a investigação, ou seja, forneceu uma base para a confirmação ou refutação de hipóteses.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Água Nova (figura 6a) situa-se na região do semiárido potiguar, na região do Alto Oeste do estado, pertence à região geográfica imediata de Pau dos Ferros, dentro da região geográfica intermediária de Mossoró, faz limite com os municípios de Coronel João Pessoa a oeste, Encanto a norte, Rafael Fernandes a leste e Riacho de Santana a sul, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020) Água Nova possuiu uma área de 50,604 km² e uma população estimada de 3272 habitantes. Conforme o último censo realizado sua densidade demográfica é 58,80hab/km². Sua principal atividade econômica é a agricultura familiar.

Figura 6 – Mapa de localização do município de Água Nova – RN. a) Água Nova/RN, b) Mapa do Brasil, c) localização do município no estado do RN d) municípios que fazem fronteira com Água Nova.



Fonte: Autor, 2021

De acordo com o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA) (2008) o município está situado na bacia hidrográfico Piranhas – Açu, seu clima é caracterizado como semiárido quente. O tipo de solo predominante é o Bruno não cálcico – fertilidade média a alta, textura arenosa/argilosa e média/argilosa, fase pedregosa, bem drenador relevo suave ondulado. O município está localizado no Planalto da Borborema – terrenos antigos formados por rochas pré-cambrianas como granito, onde estão serras e picos mais altos. E também na Depressão Sertaneja – terrenos baixos situados entre as partes do Planalto da Borberema e da Chapada do Apodi. Inserido no bioma Caatinga sua vegetação tem caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixas e espalhadas – hiperxerófilas. Com características caducifólias – perdem suas folhas na estação seca.

O município faz o descarte dos resíduos sólidos urbanos em um aterro controlado localizado na zona rural do município – sítio Vaca Morta. Às margens da rodovia estadual RN-079. Esse tipo de dispositivo no município é recente, visto que seu funcionamento

ocorreu no final de 2019. Até então o município descartava os resíduos em vazadouro a céu aberto (lixão), com a prática de manejo de ateamento de fogo para redução do volume dos materiais.

Segundo a secretaria municipal de infraestrutura e serviços urbanos responsável pelo aterro, atualmente o dispositivo recebe resíduos urbanos – de origem doméstica, poda de árvores, serviços de limpeza pública das vias, além de entulho de construção e demolição da construção civil, sendo proibido o descarte de carcaças de animais mortos. A área do aterro é isolada por cerca com estacas de concreto e arame farpado, além de possuir identificação. No momento o aterro controlado é responsabilidade da secretária de infraestrutura e serviços urbanos e de meio ambiente do município. Seu manejo é realizado usando caminhão caçamba, o município é dividido em dois setores 1 e 2, no qual o setor 1 a prefeitura é responsável pela coleta e transporte até o aterro, e o setor 2 é de responsabilidade da empresa Inove de Rafael Fernandes/RN. A cada três meses as valas são cobertas e abertas novas valas.

4.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para fins de avaliação da infraestrutura foi necessário realizar visitas *in loco* para averiguar sua dimensão, suas estruturas ali presentes, se está de acordo com a legislação vigente.

A coleta das informações necessárias foi realizada, no dia 02/09/2021, utilizando de registros fotográficos e anotações elencando as observações no momento da visita. Para obter informações da gestão administrativa será realizado o contato com o setor administrativo responsável pela gestão do aterro. Com finalidade de evidenciar os fatos presenciáveis no ato realizado por meio de registro fotográfico.

O questionário dirigido ao gestor local do aterro tem como objetivo verificar a competência atribuída à autoridade na abrangência dos seus serviços voltados a resíduos sólidos e limpeza urbana. Dessa forma, o questionário do gestor (Anexo 1) enfatizou perguntas a respeito da coleta e a frequência nos mais diferentes ambientes de resíduos, como domiciliares, poda de árvore, resíduos de construção civil, resíduos de saúde, capinação de vias públicas, assim como a destinação final deles.

Para identificação do contexto histórico fez-se necessário aplicar um questionário e relatos com os moradores que vivem nas proximidades do aterro. Visando obter informações sobre o uso e ocupação do solo em torno do aterro, tal como avaliar a dinâmica multitemporal

da ocupação em seu entorno, por meio da ferramenta de análise histórica do Google Earth Pro.

Para melhor investigação do contexto histórico foi aplicado um questionário (anexo 2) com perguntas divididas em objetivas e subjetivas. O objetivo deste questionário não é influenciar a resposta do respondente. Foi aplicado em 20 (vinte) residências do município, sendo 13 na área urbana (bairro Bela vista) - bairro mis próximo do aterro. E 7 na zona rural do município onde se encontra o aterro (sítio Vaca Morta) os questionários aplicados aos moradores eram iguais apenas a questão 4 (O sítio Vaca Morta participa do programa de coleta do municipal?), foi aplicado somente com os residentes daquela comunidade. Dessa forma o questionário buscou colher os conhecimentos da poluição a respeito dos resíduos sólidos, transição de lixão para aterro controlado, mudanças ocorridas depois da instalação do aterro, com relação as queimadas, fumaças e odor e as atividade desenvolvidas em torno do aterro.

Para a espacialização da área de estudo, tal como o entorno propenso a impactos ambientais, será realizado o emprego de imagens de satélite orbitais juntamente com o levantamento georreferenciado de campo.

A identificação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) foi realizado, com base na proposta feita pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, caracterizaou-se como metodologia que considerou 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 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 10. Entretanto em casos que ocorra o recebimento de resíduos industriais o valor deverá ser dividido por 11. O valor encontrado será considerado adequado se estiver entre 7,1 a 10,0 e inadequado caso esteja entre 0,0 e 7,0 (CETESB, 2020).

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 teve uma noção ambiental da área do aterro e de seu entorno.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO E INFRAESTRUTURA DO ATERRO

Na visita para fins de inspeção do aterro controlado de Água Nova, notou-se que possui uma estrutura base, estacas de concreto e arame farpado (Figura 7a), possibilitando a contenção e controle ao acesso, sendo que no local é proibida a entrada de pessoas não autorizadas (Figura 7b). Verificou-se também a presença de resíduos sólidos na parte externa da área do aterro, ao lado da porteira que dá acesso (Figura 7c). Constatou-se ainda que não havia nenhuma vala aberta, em que os resíduos estavam expostos a céu aberto (Figura 8), desta forma, configurando seu funcionamento como um vazadouro a céu aberto, ou aterro comum.

Na frente da área do aterro identificou-se a presença de árvores da espécie *azadirachta indica* (Nim), plantadas, com intuito de diminuir o impacto visual. Por estar localizado as margens da RN-079 foi possível observá-lo de forma nítida ao trafegar pelo trecho.

Figura 7 - Características locais, estruturais e operacionais do aterro: a) Estrutura de isolamento. b) Placa de acesso. c) Resíduos expostos em frente (área externa) ao aterro.



Fonte: autor, 2021

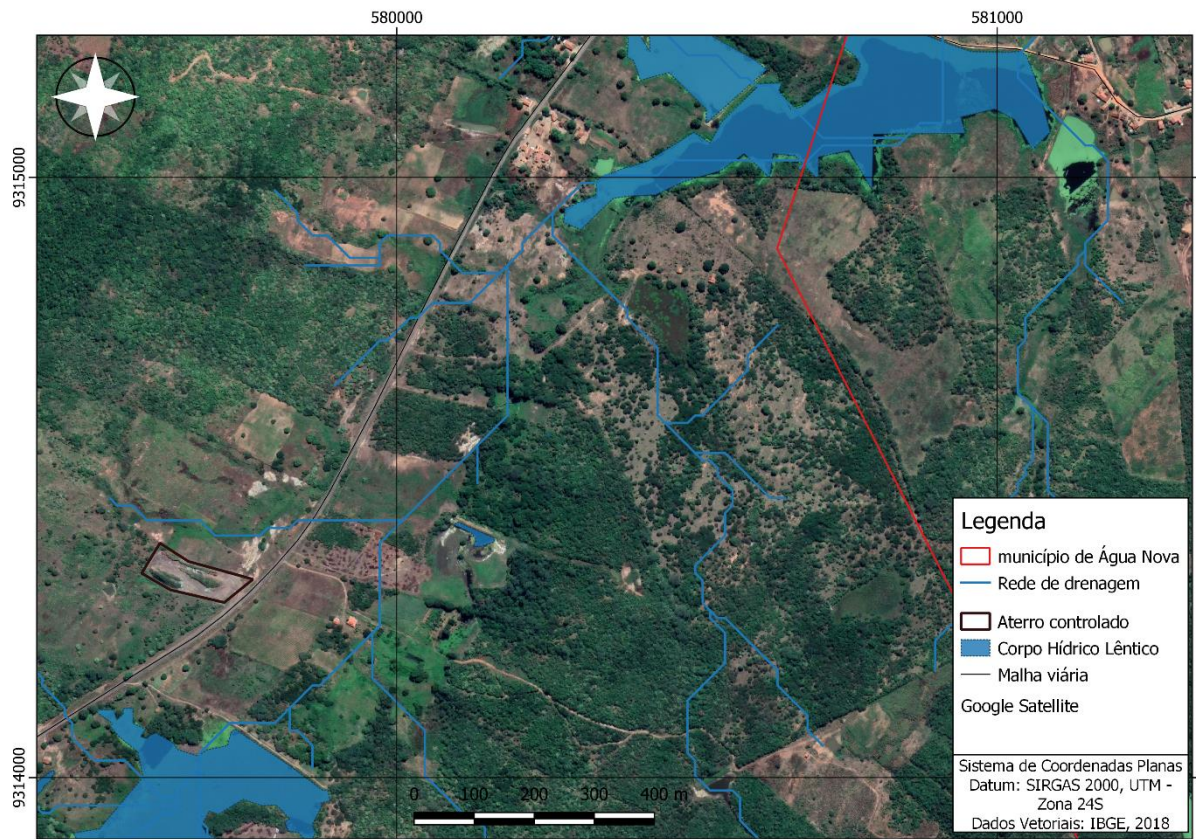
Figura 8 - Resíduos expostos a céu aberto, a nível do solo. a) lixo mais concentrado. b) lixo mais espalhado.



Fonte: autor, 2021

Além disso, notou-se a presença de corpos hídrico próximo ao aterro (Figura 9) e a presença de animais (Figura 10).

Figura 9 - Presença de corpos hídricos nas proximidades do aterro controlado de Água Nova, RN



Fonte: autor, 2021

Figura 10 - Presença de animais no aterro. a) animal dentro do aterro controlado. b) animais em torno do aterro controlado



Fonte: autor, 2021

Durante o período de visita foi possível conversar com um catador de material reciclável da cidade de Pau dos Ferros – RN, o qual estava presente no local, sendo que ele executou o trabalho com mais um colega da cidade de Água Nova – RN, juntos coletam plásticos – garrafas, papelão, alumínio, cobre e bronze. Essa atividade foi realizada diariamente, de segunda a sexta. Não fazem uso de nenhum equipamento de proteção individual (EPI), como luvas e máscaras. Eles são catadores independentes, todo o material reciclado é vendido a atravessadores. Com relação à presença de animais no aterro, o mesmo mencionou que esses animais são abandonados ali no aterro ou em suas proximidades. Na Figura – 11 foi possível ver a quantidade de material reciclado segregado do aterro.

Figura 11 - Material reciclável coletado pelos catadores e acondicionado em bags



Fonte: autor, 2021

Ao decorrer da visita, notou-se também a ocorrência de um loteamento ao lado do aterro (Figura 12). Sendo que atualmente esse loteamento é usado para criação de animais (Figura 13), no mesmo local observou-se a estrutura de um poço (figura 14a) que se encontra desativado, o mesmo se encontra cheio de pedras em sua estrutura, foi observado também uma plantação em estado seco, que certamente servia/serviria de alimentação para os animais (Figura 14b).

Figura 12 - Loteamento ao lado do aterro controlado de Água Nova



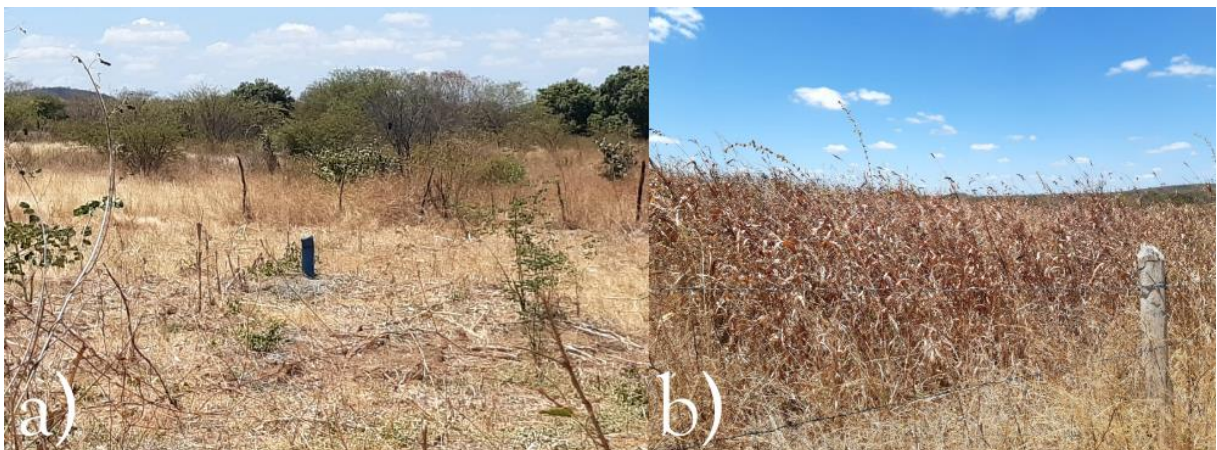
Fonte: do autor, 2021

Figura 13 - Criação de animais no loteamento ao lado do aterro controlado de Água Nova



Fonte: do autor, 2021

Figura 14 - Poço desativado e plantio nas proximidades do aterro controlado de Água Nova. a) Poço desativado, b) Plantio



Fonte: do autor, 2021

5.2 GESTÃO ADMINISTRATIVA DO ATERRO

O questionário elaborado para o gestor foi aplicado ao departamento de infraestrutura e urbanização do município de Água Nova – RN, setor responsável pela gestão administrativa do aterro.

O aterro controlado recebe os resíduos sólidos urbanos do município de segunda a sexta, no período na manhã e a tarde. O serviço de limpeza urbana vem sendo realizado em todo perímetro urbano e parte da zona rural – comunidades mais próximas. O manejo dos resíduos quanto a coleta, frequência, viagens e destinação final dos resíduos domiciliares, construção civil, limpeza urbana e serviço de saúde são especificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Manejo dos distintos tipos de resíduos, frequência, viagens e destinação final.

Tipos de resíduos coletados	Frequência da coleta	Frequência da coleta (por semana)	Destinação final
Domiciliar	3 vezes por semana	12	Aterro controlado
Construção civil	1 vez por semana	6	Aterro controlado
Limpeza urbana (podas, ruas, praças)	Depende da demanda	7	Aterro controlado
Serviço de saúde	Quinzenal	-	Empresa terceirizada

Fonte: autor, 2021.

A coleta de resíduos de saúde é realizada a cada 15 dias, pela empresa Esterelize que se responsabiliza com o tratamento e com a disposição final, proporcionando assim o tratamento adequado para os resíduos.

Até o presente momento, não há nenhum programa de coleta seletiva no município, no entanto existe uma iniciativa junto com a FUNASA para implementação da coleta seletiva no município, partindo do trabalho socioeducativo. Com relação as atividades econômicas no município não a registro de atividades industriais.

No aterro há presença de dois catadores – independentes, sendo que atualmente não vem sendo desenvolvido nenhum trabalho social com eles. O aterro está situado em propriedade da prefeitura, próximo da zona urbana, com uma distância de aproximadamente 1km do perímetro urbano, e aproximadamente 1km do sítio Vaca Morta. Sua instalação é permanente, no aterro não existe tratamento para o chorume e nem para biogás. Não existe nenhum tratamento para os resíduos.

Atualmente, o município conta com a lei de saneamento básico, fora ela não existe

outra, não existe nenhum programa de educação ambiental. Segundo o gestor a população tem conhecimento dos serviços prestados no que compete a limpeza urbana, esses conhecimentos são passados através de páginas oficiais e avisos em carro de som. O município destina entre 5% e 10% do orçamento municipal para os serviços de limpeza urbana.

Quando se trata de gestão de resíduos sólidos, constitucionalmente falando, é da competência do governo local o gerenciamento de resíduos sólidos, segundo a ABRELPE (2020) 23% dos municípios brasileiros depositam os resíduos sólidos em aterros controlados, corroborando com o cenário de Água Nova, está inserido nessa realidade.

De acordo com a FUNASA (2016), os resíduos sólidos criam problemas sanitários de importância, quando não se dá os devidos cuidados. As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento que possam prevenir, e controlar doenças relacionadas aos resíduos.

5.3 CONTEXTO HISTÓRICO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O questionário elaborado para os moradores foi aplicado tanto aos que residem no perímetro urbano (bairro Boa Vista) como na zona rural (sítio Vaca Morta), sendo o quantitativo elencado no quadro – 2.

Com o intuito de identificar o contexto histórico de uso e ocupação do aterro, o questionário mostrou que 50% dos moradores sabiam dizer o que são resíduos sólidos, e 55% deles separavam os resíduos orgânicos que servem de alimentação para os porcos, no sítio esses porcos são criados pelos moradores. Como a comunidade Sítio Vaca Morta não participou do programa de coleta do município mesmo estando a aproximadamente 1km de distância da área urbana, 71,5% faz a queima dos resíduos enquanto apenas 28,5% leva o lixo até o aterro. Sendo que 45% dos entrevistados apresentaram ter conhecimento do que é um aterro controlado. Enquanto 70% soube dizer a diferença entre aterro e lixão.

Com relação a transição de lixão para aterro controlado apenas 65% tinha conhecimento. 43,8% dos entrevistados no bairro Boa Vista disse que, os resíduos gerados em sua residência são direcionados para o lixão. Com o fim do lixão os moradores notaram que a queima e o odor diminuíram bastante. E as queimadas praticamente acabaram, raramente elas ocorrem. Cerca de 90% deles acreditam que morar próximo de um aterro causa danos a saúde. Enquanto 45% relatam sofrer de problemas respiratórios, apenas 5% associam e tem contato com o aterro.

Verificou-se que 85% dos entrevistados relataram sentir odor vindo do lixão. E 70% conta que, após a implementação do aterro esse odor não continua, alguns moradores relataram que no período de inverno é possível sentir o odor. 95% concordaram que a queima ocorria com frequência – alguns moradores relataram que ocorriam toda sexta feira. Todos os entrevistados concordaram que a queima incomodava apontando a fumaça como principal vilã.

Com relação as atividades desenvolvidas na área entorno do aterro citaram a presença da agricultura – plantações de feijão, milho e capim; criação de animais como galinha, porcos, boi, cavalos; presença de uma granja; além da população utilizar a RN-079 para fazer caminhada. Como a há presença de corpos hídricos no entorno do aterro os animais fazem uso da água principalmente para dessedentação.

Barbosa (2013) realizou um estudo sobre o gerenciamento de resíduos sólidos no município de Água Nova – RN, aplicou um questionário no qual os moradores relataram deficiência no gerenciamento de resíduos sólidos principalmente no destino final, já que todo o lixo é descartado em uma área a céu aberto, configurando um lixão bem próximo a entrada da cidade. Segundo os moradores parte desses resíduos eram queimados com frequência (Figura – 15). Obtendo resultado diferente com a pesquisa, no qual a queima hoje ocorre raramente. Essa queima vem sendo responsável por degradar o solo, além de poluir o ar, tendo potencial de prejudicar a saúde da população por meio da inalação da fumaça.

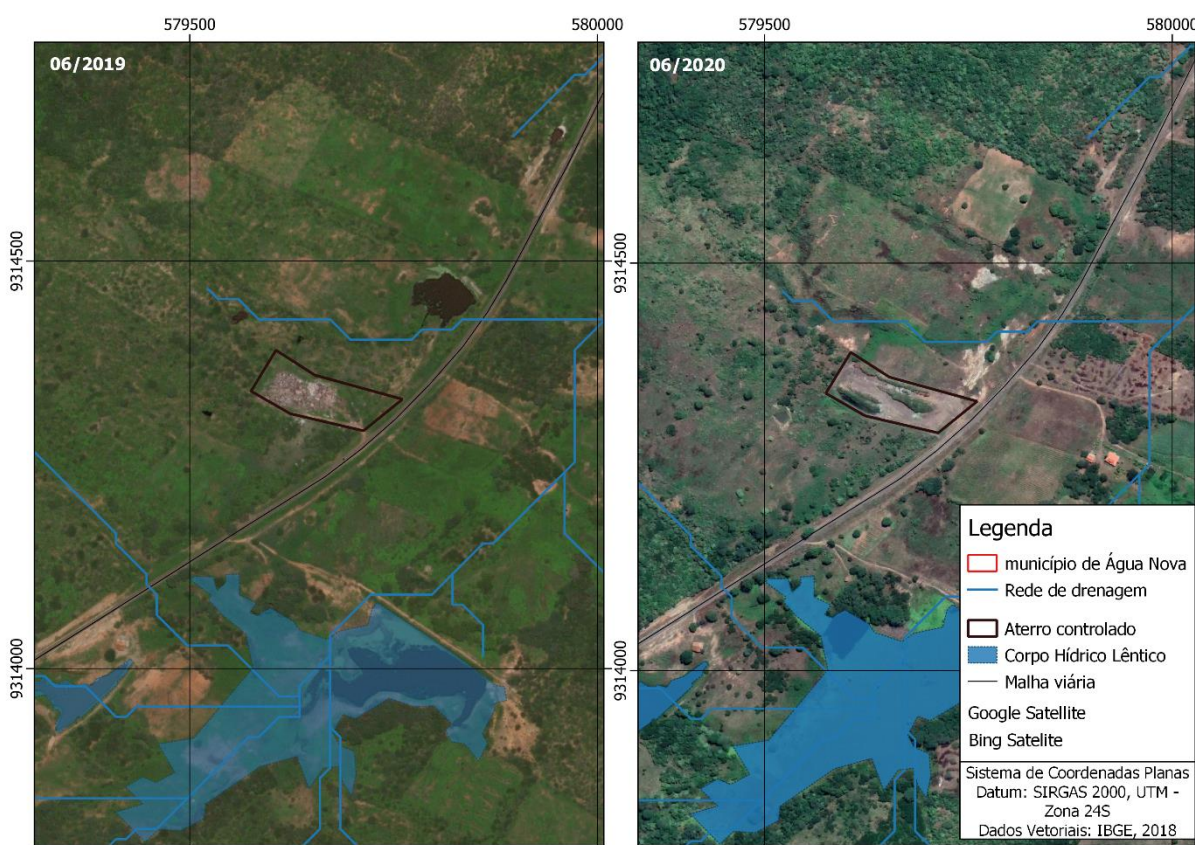
Figura 15 - Queima dos resíduos sólidos no extinto lixão



Fonte: Barbosa et al (2013)

Junto com a opinião pública e as informações coletadas a respeito do antigo lixão, os moradores relataram que desconhecem uma outra área para destinação dos resíduos sólidos, que o lixão sempre foi as margens da RN-079, onde hoje é o aterro controlado. Na figura 15 é possível observar em nível de comparação a rede de drenagem em torno do aterro nos anos de 2019 e 2020.

Figura 16 - Análise multitemporal da área do aterro de Água Nova e a rede de drenagem



Fonte: autor 2021

5.4 APLICANDO O IQR NO ATERRO CONTROLADO DE ÁGUA NOVA/RN

Ao avaliar as condições e estrutura do aterro controlado pelo IQR obteve-se o valor de 1,7, segundo a CETESB (2020) esse valor evidencia que a o aterro controlado encontra-se em situação inadequada de funcionamento, demonstrando uma precária situação do aterro tendo seus rejeitos dispostos a céu aberto. Logo, apresenta uma falha no sistema implantado e nas condições operacionais desse dispositivo, conforme detalhamento do tabela 2.

Tabela 2 - Avaliação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos do aterro controlado de Água

ITEM	SUBITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTO
Estrutura de apoio	Portaria, balança e vigilância	Sim / Suficiente	2	0
		Não / Insuficiente	0	
	Isolamento físico	Sim / Suficiente	2	0
		Não / Insuficiente	0	
	Isolamento social	Sim / Suficiente	2	0
		Não / Insuficiente	0	
	Acesso a frente de descarga	Adequado	3	0
		Inadequado	0	
Frente de trabalho	Dimensões da frente de trabalho	Adequada	5	0
		Inadequadas	0	
	Compactação dos Resíduos	Adequada	5	0
		Inadequada	0	
	Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	0
		Inadequado	0	
Taludes e Bermas	Dimensões e inclinações	Adequada	4	0
		Inadequadas	0	
	Cobertura da Terra	Adequada	3	0
		Inadequada	0	
	Proteção vegetal	Adequada	4	0
		Inadequada	0	
	Afloramento de chorume	Não / Raro	3	0
		Sim / Numerosos	0	
Superfície superior	Nivelamento da superfície	Adequado	5	0
		Inadequado	0	
	Homogeneidade da cobertura	Sim	5	0
		Não	0	
Estrutura de proteção ambiental	Impermeabilização do solo	Sim / Adequada	10	0
		Não / Adequada	0	
	Prof. Lençol freático (P) x permeabilidade do solo	P > 3m, k < 10 – 6 cm/s	4	0
		1 <= P < 3m, k 10 ⁻⁶ cm/s	2	
		Condição	0	

	inadequada			
	Drenagem de chorume		4	0
		Não / Insuficiente	0	
	Tratamento do chorume	Sim / Suficiente	4	0
		Não / Insuficiente	0	
	Drenagem provisória de águas pluviais	Sim / Suficiente	3	0
		Não / Insuficiente	0	
	drenagem definitiva de águas subterrâneas	Sufic. /	4	0
		Desnecessário		
		Não / Insuficiente	0	
	Drenagem de gases	Adequado	4	0
		Inadequado	0	
	Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0
		Inadequado / Insufic.	1	
		Inexistente	0	
	Monitoramento geotécnico	Adequado	4	0
Inadequado / Insufic.		1		
Inexistente		0		
SUBTOTAL 1			86	0
Outras informações	Presença de catadores	Não	2	0
		Sim	0	
	Queima de resíduos	Não	2	0
		Sim	0	
	Ocorrência de moscas e odores	Não	2	0
		Sim	0	
	Presença de aves e animais	Não	2	0
		Sim	0	
	Recebimento de resíduos industrial	Não	5	5
		Sim	0	
SUBTOTAL 2			20	5
Características da área	Proximidade de núcleos habitacionais	≥ 500 m	2	2
		≤ 500 m	0	
	Proximidade de corpos de água	≥ 200 m	2	0
		≤ 200 m	0	
	Vida útil da área	2 < x ≤ 5 anos		—

	> 5 anos	x	
	Sim		
Restrições legais do solo	Não	x	–
SUBTOTAL 3		4	2

Fonte: autor, 2021

Dentre os principais agravantes destacam-se os socioambientais, no qual o aterro não possui isolamento físico suficiente, haja vista que se notou a presença de sacos plásticos em torno do aterro no dia da visita (Figura 16) e nem isolamento visual, visto que fica nas margens da rodovia que dá acesso ao município. Ausência de práticas de aterramento dos resíduos, dispositivos de captação e tratamento de chorume e biogás, tornando o aterro controlado em um vazadouro a céu aberto.

Souza et al. (2021) avaliaram o vazadouro a céu aberto na cidade de Bom Sucesso – PB e seu IQR teve valor de 1,8 classificado também com inadequado, seu valor foi superior, porém os problemas são parecidos, como a falta de tratamento para o chorume e o biogás, a queima dos resíduos é um problema no vazadouro de Bom Sucesso, pois produz uma fumaça tóxica e poluição atmosférica.

Segundo o Ministério do Meio ambiente (2018) caso o aterro sanitário não possua rede de drenagem para promover o esgotamento controlado de biogás através dos poros do solo e Microfissuras na matriz rochosa, devido à migração, o biogás pode atingir áreas adjacentes ao aterro ou acumular bolsões, tendo como reação possíveis explosões.

Por meio de observações diretas e regulares do local, constatou-se que não há fornecimento de materiais para cobertura dos resíduos nas valas do aterro. No entanto, a má gestão do solo e ausência das valas resultou no manuseio de resíduos ao ar livre. Destaca-se que, ainda não existe uma frente de trabalho definida uma vez que os resíduos são dispostos aleatoriamente, não havendo o seu recobrimento. Isso pode estar diretamente relacionado à falta de equipamentos para abertura e coberturas das valas em determinadas épocas do ano.

Lunes et al. (2016) avaliaram o lixão da cidade de Pau dos Ferro – RN aplicando o método de IQR e IQR valas encontraram resultados semelhantes, apresentando uma disposição inadequada dos resíduos, ocorrência de afloramento de chorume em determinados pontos das imediações do lixão.

Tais condições colocam em risco à segurança e a saúde e o bem-estar público, uma vez que a disposição inadequada dos resíduos atrai vetores de doenças, animais, além da geração de biogás e chorume, seres humanos expostos a atividades de risco, principalmente os

catadores, tendo em vista a condição insalubre (SOUZA, 2021)

Em se tratando das características da área do aterro municipal no que se refere a proximidade de núcleos habitacionais, este dispositivo não se enquadra nos parâmetros determinados pela ABNT – NBR 13.896 (ABNT, 1997), no que se refere a distância mínima de 2000 m de áreas urbanizada, haja vista que o aterro se encontra a 1000 m de distância do perímetro urbano.

Diante desse cenário identificado faz-se necessário rever as condições atuais do aterro, tais como: estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas. Itens básicos fundamentais para um melhor funcionamento. Faz necessário também rever as questões de proteção ambiental, pois atualmente é inexistente no local. No cenário atual, o que se verificou no município, foi falta de perspectivas para solução perante a este problema apresentado. Não diferindo de uma realidade enfrentada por muitos municípios brasileiros, mesmo existindo políticas públicas que incentivem a disposição adequada e criminalizem os vazadouros a céu aberto (CARVALHO et al, 2020).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da disposição final dos resíduos sólidos do município de Água Nova – RN apresentou um IQR muito baixo decorrente do mal gerenciamento do aterro e da disposição inadequada dos resíduos. O lixo armazenado ali não é coberto todos os dias, ficando exposto ao ar livre, atraindo pássaros, animais e vetores transmissores de doenças; sem separação e triagem de resíduos recicláveis – trabalho feito por catadores independentes, após descarte; o lixiviado pode se acumular em poças, resultando na contaminação dos corpos hídricos; nenhum gás é captado e usado; falta de pesquisa e relatório de impacto ambiental do trabalho neste campo e outras evidências como a insustentabilidade do local e a falta da gestão de resíduos sólidos urbanos, foram constatados. Sua estrutura apresenta falhas, visto que não é suficiente para reter os resíduos no aterro.

Por meio da análise espacial foi possível identificar que o aterro se encontra a uma distância de aproximadamente 1 km da zona urbana, situando em zona rural, ocorrendo a presença de corpos hídricos, a uma distância menor que 200 m. foi observado também que depois da implementação do aterro controlado ocorreu uma queda significativa na queima dos resíduos, que atualmente é praticamente nula.

A implementação de um aterro controlado por si só não garante uma boa gestão dos resíduos, visto que a instalação desta obra deve ser considerada como última no processo de gestão dos resíduos sólidos urbanos. Percebe-se que o aterro controlado, exige um grande planejamento detalhado de todas as etapas da construção e operação. O seu mal dimensionamento pode desencadear inúmeras consequências para a saúde humana como para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896**: Aterros de Resíduos não Perigosos. Critérios para Projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT Catálogo: **NBR 8.849/195** cancelada em 15 jun. 2015. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <
<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=7294>>. Acesso em

ABRELPE - Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. ABRELPE. São Paulo, 2020.

ARANTES, M. V. C. e PEREIRA, R. S. Análise Crítica dos 10 Anos de Criação e Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. R. **Liceu On-line**, São Paulo, v. 11, n. 1 p. 48-66, Jan./Jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004** - Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BANDEIRA, W. R. A. **A importância da reciclagem para os catadores de materiais recicláveis de Inhumas – GO**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília. Brasília – DF. 2014

BARBOSA, S. F. P. et al. **Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Água Nova - RN**. Universidade Federal Rural do Semiárido. Pau dos Ferros. 2013.

BARROS, R. M. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

BAPTISTA, V. F. (2015). As políticas públicas de coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis? **Rev. Adm. Pública**, 49(1), p. 141-164.

BONG, C. P. C. et al (2017). A review on the global warming potential of cleaner composting and mitigation strategies. **Journal of Cleaner Production**, 146, 149-157.

BORGES, K. **O estudo do monitoramento dos impactos pós-implantação do aterro sanitário de Uberlândia/MG**. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Uberlândia – MG. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Publicada no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986

BRASIL, Lei 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, Brasília.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.: il.

BRASIL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012b.

CAPAZ, R. S. et al. Ciências ambientais para engenharia. 1. Ed. – Rio de Janeiro: **Elseiver**, 2014.

CARBONAI, D. BAUM, J. CAMI, S. Gestão municipal de resíduos e ambiental institucional no Rio Grande do Sul. **Revista Eure** – Revista de Estudios Urbano Regionales, n 138, v. 46, p 139 – 153, mai 2020.

CARVALHO, A. L. S. et al. Qualidade de aterro de resíduos na costa do descobrimento. **Revista de Geografia** (Recife) V. 37, No . 2, 2020

CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos de 2020**. Coordenação e redação Maria Heloisa P. L.

Assumpção; equipe técnica Marilda de Souza Soares ... [et al.]; colaborador Fernando Antônio Wolmer – São Paulo: CETESB, 2020, p. 74.

Companhia Melhoramentos da Capital – COMCAP. **Manejo de resíduos sólidos**: Manual para edificações multifamiliares e de uso misto. Florianópolis, 2014

CORRÊA, B. R. et al. Aterro controlado em presidente prudente (SP). **Revista Geografia em Atos**, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, n. 14, v. 07, p. 203-221, mês dez. Ano 2019.

COSTA, W. D. **Contaminação da água subterrânea por resíduo sólido no município de Belo Horizonte/MG. Águas Subterrâneas**, n.1, 2004.

DU, M. et al (2017). Quantification of methane emissions from municipal solid waste landfills in China during the past decade. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, 78, 272-279.

GIL, A. C. 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002

HERMANN, F. J. **Resíduos sólidos**. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo. 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/introducao/>>.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do município: Água Nova**. 2008. v 10. 23 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Cidades e estados**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/agua-nova.html>>.

JUCÁ, J. F. T. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **In. 5 Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental**. Porto Alegre - RS. 2003.

LESSA, A. C. V. **Caracterização do chorume do Centro de Gerenciamento de Resíduos de Sergipe**. Monografia (Bacharelado em Tecnólogo em Saneamento Ambiental) - Instituto Federal de Sergipe - IFS. Aracaju – SE. 2017.

LIMA, M. E.F. **impactos ambientais decorrentes da disposição final dos resíduos sólidos no lixão de Santa Helena – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Cajazeiras – PB. 2017.

LUNES, A. R. S. **Avaliação do lixão do município de Pau dos Ferros – RN através dos métodos IQR e IQR-valas**. In: I primeira semana das engenharias química, ambiental e sanitária do alto oeste potiguar. I. Pau dos Ferros. 2016. P 84 – 87.

MARCHI, C. M. D. F. (2015). Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 7(1), 91-105.

MARQUES, E. A. F. Gestão da coleta seletiva de resíduos sólidos no Campus Pampulha da UFMG: desafios e impactos sociais. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS* Vol. 6, N. 3. 2017.

MCDUGALL, F.R.; WHAITE, P.; FRANKE, M.; HINDLE, P. *Gestión Integral de Resíduos Sólidos: inventario de ciclo de vida*. Primera edición traducida. Caracas: **Procter & Gamble**, 2004.

MELO, D. A. **Proposta de processo decisório para reabilitação das áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Goiânia**. Dissertação. Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia – GO, 2017.

MENDES, J. R. L. et al. Diagnóstico da disposição de resíduos sólidos urbanos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Direito e Gestão Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 449-457, abr.-jun. 2020.

MIYAGAWA, L. D. J. P. P.; MENDES, T. A. A.; MARMOS, J. L. Caracterização da contaminação por chorume nos recursos hídricos superficiais no entorno do aterro de resíduos sólidos de Manaus/AM. **Revista Geonorte**, v.7, n.27, p.65-77, 2016.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001

MUCELIN, C.A; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, V.20, P. 111-124, jun. 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1.pdf> >. Acesso em: 06 jul.2013

MURGO, A. K. et al. Importância de um aterro sanitário na cidade de Jaú. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Faculdades Integradas de Jaú – FIJ. Jaú - SP. 2010.

RIO GRANDE DO NORTE. Ministério Público Estadual. **Carta convite**. Natal. 2019. 10 p.

ROCHA, S. M.; LUSTOSA, K. B.; ROCHA, R. R. C. Política brasileira de resíduos sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de Palmas - TO. **Revista ESMAT** **13**, 2017.

RODRIGUES, D.C. **Proposição de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da CASAN (CIOM)**, Florianópolis, 2015, 130p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

ROSA, B. P. Impactos causados em cursos d'água por aterros controlados desativados no Município de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** (2017): 4(7): 63-76.

SANTOS, A. L. F. et al. Índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR), como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-Go. **Scientia Plena**. v 8. n 10. 2012.

SANTOS, A. P. & SILVA, E. A. **Análise e dimensionamento para implantação de um aterro sanitário para as cidades de Jaraguá, Jesúpolis e São Francisco de Goiás** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica. Anápolis – GO. 2018.

SILVA, L. U. **Disposição final de resíduos sólidos urbanos e a responsabilidade dos geradores e do poder público**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFP. Medianeira – PR. 2015.

SILVA, R. P. G. et al. Aplicação do índice de qualidade de aterros de resíduos (iqr) em área de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Riacho Frio – PI. **Cadernos Cajuína**, V. 3, N. 1, 2016, p.36 - 43.

PEREIRA, L. A. **Avaliação da eficácia de percolação em liners e cobertura de aterros controlados utilizando solo melhorado com bentonita**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Natal -RN. 2019.

ZALDÍVAR, E. **Capacitación sobre Gestión de Residuos Sólidos**. Videoconferenciallevada a cabo en la biblioteca de la Facultad de Politécnica, San Lorenzo, Paraguay, 2017.

ANEXOS

ANEXO 1

Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA
Diagnóstico: Questionário (1) de Gestores – Resíduos sólidos

Gestor/secretaria: _____

Idade: [] < 20 anos [] 20 a 40 anos [] 40 a 60 anos [] > 60 anos

Escolaridade: [] Não alfabetizado [] Fundamental [] Médio [] Superior

1. Quem desenvolve a estrutura de organização dos serviços de limpeza urbana? Quais as áreas de abrangência destinadas aos serviços de limpeza urbana?

2. Quais são os veículos e equipamentos utilizados para a limpeza urbana?

- () Compactador
- () Caçamba basculante
- () Carroceria de madeira
- () Outros Especifique

outros: _____

3. Na coleta domiciliar, quem executa esta atividade? Com que frequência se realiza na Sede? Qual a destinação? _____

- () Diária
- () 3 vezes/ semana
- () 1 vez / semana
- () 1 vez/ mês
- () Outros

Especifique para outros: _____

- () Lixão
- () Aterro Controlado
- () Aterro Sanitário

- ☐ Queima
☐ Outra destinação *

*Especificar _____

Qual a quantidade de viagem realizada por dia pra coleta na Sede, ou uma média por semana?

4 . Para remoção de Resíduo de Construção Civil, quem executa esta atividade? Com que frequência se realiza na Sede? Qual a destinação?

- ☐ Diária
☐ 3 vezes/ semana
☐ 1 vez / semana
☐ 1 vez/ mês
☐ Outros

outros: _____

- ☐ Lixão
☐ Aterro Controlado
☐ Aterro Sanitário
☐ Queima
☐ Outra destinação *

*Especificar _____

Qual a quantidade de viagem realizada por dia coletada, ou uma média por semana?

5. Para remoção de poda das árvores, quem executa esta atividade? Com que frequência se realiza na Sede? Qual a destinação?

- ☐ Diária
☐ 3 vezes/ semana
☐ 1 vez / semana
☐ 1 vez/ mês
☐ Outros Especifique para

outros: _____

- ☐ Lixão
☐ Aterro Controlado
☐ Aterro Sanitário
☐ Queima
☐ Outra destinação _____

Qual a quantidade de viagem realizada por dia coletada na Sede, ou uma média por semana?

6. Para a coleta de resíduos de serviços de saúde a prefeitura coleta este tipo de lixo?

- ☐ Sim
☐ Não

Em caso positivo, em que tipo de veículo?

- ☐ Em veículo destinado a coletar exclusivamente lixo das unidades de saúde e hospitalares
☐ Em veículo destinado a coletar lixo comum
☐ Outro _____

Como é feito o tratamento do lixo nas unidades de saúde?

- ☐ Incinerador
- ☐ Queima a céu aberto
- ☐ Microondas
- ☐ Forno
- ☐ Autoclave
- ☐ Outra _____
- ☐ Não existe tratamento

Como é feita a destinação deste tipo de lixo?

- ☐ Para o mesmo local dos demais tipos de lixo?
- ☐ para aterro de resíduos especiais
- ☐ outra destinação _____

Qual a quantidade de viagem realizada por dia coletada na Sede, ou uma média por semana?

7. Para limpeza nas praças, quem executa esta atividade? Com que frequência se realiza na Sede? Qual a destinação? _____

- ☐ Diária
- ☐ 3 vezes/ semana
- ☐ 1 vez / semana
- ☐ 1 vez/ mês
- ☐ Outros _____
- ☐ Lixão
- ☐ Aterro Controlado
- ☐ Aterro Sanitário
- ☐ Queima
- ☐ Outra destinação _____

Qual a quantidade de viagem realizada por dia coletada na Sede, ou uma média por semana?

8. Para capinação de vias, quem executa esta atividade? Com que frequência se realiza na Sede? Qual a destinação? _____

- ☐ Diária
- ☐ 3 vezes/ semana
- ☐ 1 vez / semana
- ☐ 1 vez/ mês
- ☐ Outros _____
- ☐ Lixão
- ☐ Aterro Controlado
- ☐ Aterro Sanitário
- ☐ Queima
- ☐ Outra destinação _____

Qual a quantidade de viagem realizada por dia coletada na Sede, ou uma média por semana?

9. Existe Coleta Seletiva no Município? ☐ Sim ☐ Não Caso seja afirmativo:

Quem executa? _____
Qual a área que abrange a coleta? _____
Qual a frequência? _____
Quais os materiais que são coletados? _____
Qual a quantidade/mês? _____
Qual o custo para a prefeitura? _____
Existem Cooperativas no Município? _____
Existe a participação dos Catadores? _____
Existem catadores inclusos no processo de triagem? _____

Existe projeto para implantação de coleta seletiva?

() Não

() Sim

Em caso afirmativo de quem é a iniciativa do projeto e/ou implantação da coleta seletiva?

10. Existe alguma indústria no Município? Se sim, quantas existem no município?

Qual a destinação final do resíduo industrial? _____

Qual a quantidade gerada? _____

Qual a quantidade coletada? _____

Existe algum custo? _____

Destinação final? _____

11. A Prefeitura tem conhecimento sobre a presença de catadores na unidade de destino final do lixo?

() Sim, Total _____: Até 14 anos _____ Maior de 14 anos

() Não

Existe algum trabalho social desenvolvido com os catadores?

() Não

() Sim

Qual? _____

Os catadores são ligados a cooperativas ou associações?

() Não

() Sim

Existem residências sobre os lixões?

() Não

() Sim

12. Qual o tempo de utilização do local para destinação final dos resíduos?

Quem é o proprietário da área?

☐ Prefeitura

☐ Particular

☐ Outro _____

13. Qual a distância do local em relação ao centro urbano?

14. O local do aterro oferece risco de contaminação ao meio ambiente?

Existe outra área em estudo para a implantação da destinação final dos resíduos sólidos. Se sim, em qual local? _____

Qual o tempo de vida útil do aterro controlado? _____

15. Qual o tratamento que é dado ao Chorume? _____

16. Qual o tratamento que é dado para os gases produzidos pelos resíduos?

17. Qual o percentual do lixo tratado? _____

18. Qual o custo para isto? _____

19. Existe alguma Lei Municipal sobre Resíduos Sólidos? Se sim, qual?

☐ Sim

☐ Não

Qual _____

20. Existe algum Programa de Educação Ambiental?

☐ Sim

☐ Não

21. Quais os resultados da Educação Ambiental no Município e de que forma é feita a divulgação de Projetos Educativos para que a comunidade tenha conhecimento?

22. A população tem conhecimento dos serviços prestados dos órgãos competentes sobre limpeza urbana?

☐ Sim

☐ Não

23. De que forma é divulgada esta informação, caso seja afirmativo?

24. Existe algum material didático de informações acerca da temática Resíduos Sólidos?

☐ Sim

☐ Não

25. Existe alguma taxa de Lixo?

☐ Sim

☐ Não

26. O município cobra pelo serviço de limpeza urbana e/ou coleta de lixo?

☐ Sim

☐ Não

Em caso positivo, qual a forma de cobrança?

27. Qual o percentual do Orçamento Municipal destinado aos serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo? Até 5% _____ Entre 5% e 10% _____ Entre 10% e 15% _____ Entre 15% e 20% _____ Mais de 20% _____

Fonte: adaptado CEMPRE (2018) e Ferraz (2015)

ANEXO 2

Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA **Diagnóstico: questionário (2) de Moradores – Resíduos sólidos**

Idade: [] < 20 anos [] 20 a 40 anos [] 40 a 60 anos [] > 60 anos

Escolaridade: [] Não alfabetizado [] Fundamental [] Médio [] Superior

1. Você sabe o que são resíduos sólidos?

2. Você separa os resíduos de sua casa?

3. Você sabe o destino final dos resíduos gerado em sua residência?

4. O sítio Vaca Morta participa do programa de coleta do municipal?

5. Você tem conhecimento do que é aterro controlado?

6. Você sabe a diferença entre aterro e lixão?

7. Você tem conhecimento da transição de lixão para aterro controlado no município?

8. Você notou alguma mudança depois dessa transição? Qual?

9. O que mais incomodava no antigo lixão?

10. Com o fim do lixão as queimadas continuam? Com qual frequência?

11. Você senti que morar próximo ao aterro causa algum dano a saúde?

12. Você ou alguém de sua família possuía ou já teve algumas dessas doenças?

☐ diarreia com frequência

☐ leptospirose

☐ problemas respiratórios

☐ virose da mosca

☐ outra _____

13. Em caso afirmativo, você associa ao aterro?

☐ sim

☐ não

14. Essa pessoa teve contato com o aterro controlado?

☐ sim

☐ não

15. Quando era o lixão vocês sentiam mau cheiro/odor?

16. Com a implementação do aterro controlado esse mau cheiro/odor continua?

17. A queima do lixo no extinto lixão ocorria com muita frequência?

☐ sim

☐ não

18. Essa queima chegava a incomodar?

19. Quando você mudou-se para cá o lixão já estava instalado no atual local?

20. Quais as atividades desenvolvidas nas proximidades da área do antigo lixão?

Fonte: adaptado Ferraz (2015)