

CARACTERIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN

Luálison Lentine da Costa **Monte**¹, Joel Medeiros **Bezerra**²

(1 – Universidade Federal Rural do Semiárido, lualisonlentine@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-8124-2289>; 2 – Universidade Federal Rural do Semiárido, joel.medeiros@ufersa.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-8150-4125>)

Resumo: Atualmente, o crescimento populacional e a intensa industrialização têm contribuído para um rápido aumento na produção de resíduos sólidos, acelerando, por conseguinte, o processo de degradação ambiental e causando sérios impactos na qualidade de vida social. Os resíduos sólidos desempenham um papel fundamental na geração de poluente, resultando em significativa degradação ambiental e afetando a saúde humana de maneira alarmante. O propósito deste estudo foi realizar uma caracterização da disposição final dos resíduos sólidos do município de Água Nova/RN. Os resultados indicam que o aterro controlado está operando de maneira inadequada, assemelhando-se mais a um vazadouro a céu aberto devido às suas condições operacionais e infraestrutura. Com a implementação do aterro e o fechamento do lixão, os moradores notaram uma redução significativa na queima dos resíduos e no odor. As queimadas praticamente cessaram, tornando-se eventos raros. Com base nesses dados, fica evidente que a gestão do aterro controlado exige um planejamento minucioso em todas as fases de construção e operação, sendo essencial adaptar o cenário atual. O dimensionamento inadequado pode resultar em diversas consequências prejudiciais tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Palavras-chaves: Manejo; Degradação ambiental; Controle ambiental.

CHARACTERIZATION OF THE FINAL DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE MUNICIPALITY OF ÁGUA NOVA/RN

Abstract: Currently, population growth and intense industrialization have contributed to a rapid increase in the production of solid waste, thus accelerating the process of environmental

degradation and causing serious impacts on the quality of social life. Solid waste plays a fundamental role in generating pollution, leading to significant environmental degradation and adversely affecting human health in an alarming manner. The purpose of this study was to characterize the final disposal of solid waste in the municipality of Água Nova/RN. The results indicate that the controlled landfill is operating inappropriately, resembling more of an open dump due to its operational conditions and infrastructure. With the implementation of the landfill and the closure of the dump, residents noticed a significant reduction in burning and odor. The fires have practically ceased, becoming rare events. Based on these data, it is clear that controlled landfill management requires detailed planning in all phases of construction and operation, making it essential to adapt to the current scenario. Inadequate sizing can result in several harmful consequences for both human health and the environment.

CARACTERIZACIÓN DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE ÁGUA NOVA/RN

Resumen: Actualmente, el crecimiento demográfico y la intensa industrialización han contribuido a un rápido aumento de la producción de residuos sólidos, acelerando así el proceso de degradación ambiental y provocando graves impactos en la calidad de vida social. Los residuos sólidos juegan un papel fundamental en la generación de contaminación, resultando en una importante degradación ambiental y afectando la salud humana de manera alarmante. El objetivo de este estudio fue caracterizar la disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Água Nova/RN. Los resultados indican que el vertedero controlado está operando de manera inapropiada, asemejándose más a un basurero a cielo abierto por sus condiciones operativas e infraestructura. Con la implementación del vertedero y el cierre del basurero, los residentes notaron una reducción significativa de las quemaduras y los olores. Los incendios prácticamente han cesado, convirtiéndose en sucesos raros. A partir de estos datos, queda claro que la gestión de vertederos controlados requiere una planificación detallada en todas las fases de construcción y operación, siendo imprescindible adaptarse al escenario actual. Un dimensionamiento inadecuado puede tener varias consecuencias perjudiciales tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Palabras clave: Gestión, Degradación ambiental, Control ambiental.

Introdução

A geração de resíduos sólidos, devido à sua quantidade e diversidade, tem ocasionado significativos desafios ambientais nos últimos anos, especialmente devido à forma como são descartados e dispostos ao final de seu ciclo. Para Arantes e Pereira (2021) a produção de resíduos sólidos representa o resultado das diversas atividades realizadas pela humanidade. Ao longo do desenvolvimento civilizatório, notou-se um aumento progressivo no volume dos resíduos antropogênicos, ou seja, aqueles provenientes das atividades humanas, acompanhados de notáveis alterações em suas composições físico-químicas.

De acordo com Saikia e Nath (2015) o manejo apropriado dos resíduos sólidos urbanos (RSU) representa um significativo desafio para as nações em desenvolvimento. Historicamente, a gestão dos resíduos sólidos em ambientes urbanos tem se fundamentado principalmente na coleta e disposição dos resíduos. Diante desse cenário, Marchi (2015) menciona que 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.

Para Bong et al. (2017) e Du et al. (2017), a crescente notoriedade da geração de resíduos sólidos em escala global destaca-se devido aos impactos sociais e ambientais prejudiciais, contribuindo para o aquecimento global e as mudanças climáticas. A quantidade e variedade desses resíduos têm ocasionado significativos problemas ambientais nos últimos anos, especialmente devido às práticas de descarte e disposição final.

Para Silva et al (2021) a gestão apropriada dos resíduos sólidos permanece como um desafio significativo nos dias atuais, demandando atenção não somente de setores específicos, mas de toda a sociedade. A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil é um desafio complexo que necessita de soluções eficazes. Os municípios brasileiros estão enfrentando não apenas as dificuldades já existentes, mas também novos desafios, incluindo a gestão da variação repentina nos resíduos, com uma tendência de aumento (ABRELPE, 2020; Penteadó & Castro, 2021). Diante desse cenário, torna-se ainda mais evidente a importância do sistema de RSU como um serviço público essencial, muitas vezes subestimado em períodos anteriores (Nzeadibe; Ejike-Alieji, 2020).

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). Assim, torna-se essencial

sujeitar esses aterros a um sistema de monitoramento para avaliar sua eficácia. Segundo Borges (2016), embora os aterros sanitários sejam reconhecidos como um método apropriado de disposição, eles demonstram uma elevada suscetibilidade à degradação ambiental. Dessa forma, é fundamental conduzir um processo de avaliação de impacto ambiental antes da implementação, bem como realizar um monitoramento contínuo das atividades durante a operação.

Conforme dados fornecidos pela FUNASA (2019), os resíduos sólidos apresentam preocupações sanitárias significativas quando não recebem o devido tratamento. As medidas implementadas para solucionar eficazmente a problemática dos resíduos sólidos compartilham, no contexto sanitário, objetivos similares a outras ações de saneamento, buscando prevenir e controlar doenças relacionadas a esses resíduos.

Durante muitos anos, o município de Água Nova adotou a prática de dispor seus Resíduos Sólidos Urbanos em um vazadouro a céu aberto ou aterro comum, que envolve o descarte direto dos resíduos no solo sem proteção, resultando em diversos problemas ambientais e socioeconômicos. Somente no final de 2019, o município começou a utilizar o aterro controlado como método para a disposição final dos resíduos sólidos. Logo, o gerenciamento desses resíduos desencadeia preocupação para os órgãos ambientais, pois, a disposição inadequada compromete a saúde do meio biótico, abiótico e antrópico (Lunes, Souza, Bezerra, Lopes & Moraes, 2016).

Com o intuito de aperfeiçoar as condições operacionais do aterro controlado no município de Água Nova, torna-se crucial analisar a eficácia dos procedimentos administrativos relacionados à operação, incluindo a manutenção de suas instalações. Adicionalmente, é essencial avaliar as medidas implementadas para assegurar um controle ambiental apropriado, garantindo que o município disponha de uma área adequada para a destinação final de seus resíduos sólidos, sem prejudicar 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 vislumbrem 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.

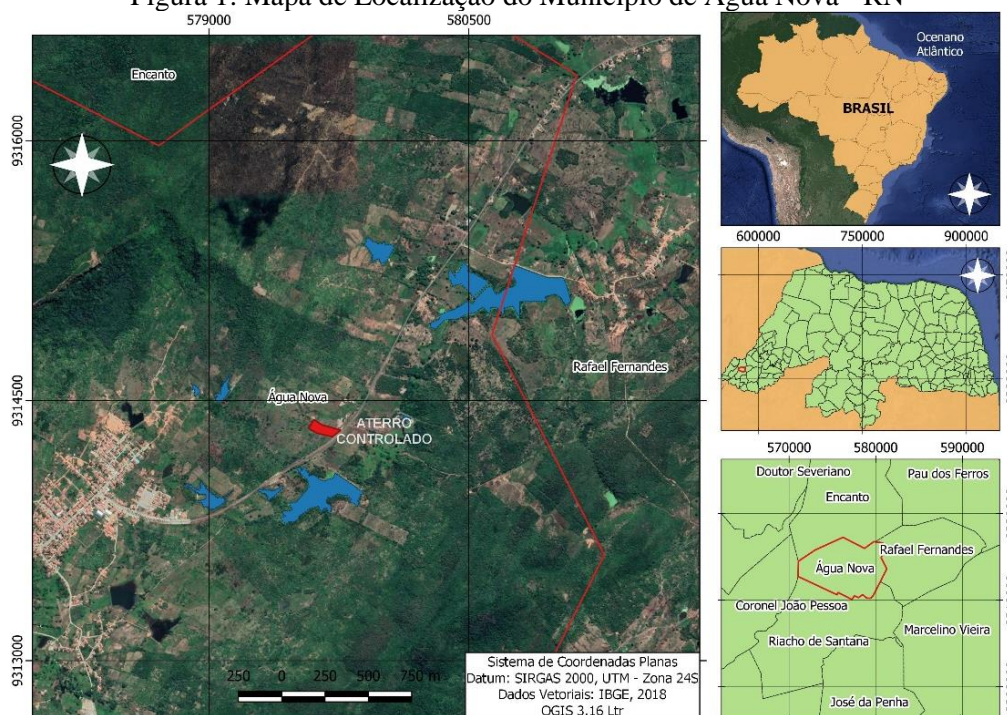
Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é realizar uma caracterização da disposição final dos resíduos sólidos do município de Água Nova – RN. A análise abrange a avaliação da infraestrutura, gestão administrativa, contexto histórico de uso e ocupação do solo, além de investigar a espacialização desse cenário.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O município de Água Nova (Figura 1) 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 (IBGE, 2022). De acordo com o IBGE (2022), Água Nova possui uma área de 50,604 km² e uma população de 2946 habitantes.

Figura 1: Mapa de Localização do Município de Água Nova - RN



Fonte: Monte (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 hidrográfica Apodi-Mossoró, 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 Borborema 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 as quais perdem suas folhas na estação seca.

O município faz a disposição final 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 com ateamento de fogo para redução do volume dos materiais.

Procedimento metodológico

Com o objetivo de avaliar a infraestrutura do aterro controlado, foram efetuadas visitas presenciais para examinar suas dimensões, estruturas existentes e as condições operacionais, verificando sua conformidade com a legislação em vigor. A coleta das informações essenciais ocorreu em 02/09/2021, utilizando registros fotográficos para documentar os acontecimentos. Para obter dados sobre a gestão administrativa, foi estabelecido contato com o setor administrativo responsável.

Foi conduzida uma entrevista com o gestor local do aterro, com o propósito de verificar a competência atribuída à autoridade no âmbito dos serviços relacionados a resíduos sólidos e limpeza urbana. O questionário enfatizou questões sobre a coleta de resíduos, abrangendo diversos ambientes, como residenciais, áreas de poda de árvores, resíduos de construção civil, resíduos de saúde e capinação de vias públicas, além de abordar a destinação final desses materiais.

Para compreender o contexto histórico da área atualmente ocupada pelo aterro controlado, foi necessário realizar consultas sobre a percepção dos moradores, sem a obtenção de dados pessoais. Dado que a pesquisa envolve a coleta de dados não sensíveis, com risco mínimo para os participantes e um consentimento informado claro, a avaliação pelo comitê de ética da universidade pode ser considerada desnecessária. Essa abordagem permite a condução eficiente da pesquisa, garantindo o respeito e a proteção dos participantes. Com o objetivo de obter informações sobre o uso e ocupação do solo ao redor do aterro, bem como avaliar a

dinâmica temporal da ocupação na região, utilizou-se a ferramenta de análise histórica do Google Earth Pro. Para a espacialização da área de estudo e identificação das áreas suscetíveis a impactos ambientais, recorreu-se ao uso de imagens de satélite orbitais, combinadas com um levantamento georreferenciado realizado em campo.

Para uma investigação mais aprofundada do contexto histórico, foi conduzida uma pesquisa por meio de um questionário contendo perguntas objetivas e subjetivas. Este questionário foi administrado em 20 residências no município, sendo 13 localizadas na área urbana (bairro Bela Vista) - o bairro mais próximo do aterro. Adicionalmente, sete questionários foram distribuídos na zona rural do município, especificamente no sítio Vaca Morta, onde se encontra o aterro. Os questionários aplicados aos moradores eram idênticos, exceto pela questão 4 (O sítio Vaca Morta participa do programa de coleta do município?), que foi dirigida apenas aos residentes dessa comunidade. Dessa forma, o questionário visou coletar o conhecimento da população sobre resíduos sólidos, a transição de lixão para aterro controlado, as mudanças ocorridas após a instalação do aterro em relação a queimadas, fumaças e odor, bem como as atividades desenvolvidas nas proximidades do aterro.

A identificação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) foi realizada com base na proposta da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Essa metodologia considerou os impactos nos meios físicos, bióticos e antrópicos, avaliando itens como estrutura de apoio, frente de trabalho, bermas e taludes, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, características da área e funcionamento do local (CETESB, 2020).

O Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) é um questionário estruturado que envolve a atribuição de pesos variando de 0 a 10. Esse método incorpora critérios de pontuação e classificação para os locais de destinação, avaliando suas características estruturais/operacionais, gerais e de área. Os valores obtidos nos subtotais são inseridos em uma Equação 1, resultando na pontuação final do IQR. O questionário é subdividido em três subtotais, cuja soma é dividida por 10. No entanto, nos casos em que há recebimento de resíduos industriais, o valor resultante é dividido por 11.

$$IQR = \frac{Subtotal (1)+subtotal (2)+subtotal (3)}{10}$$

Equação 1

A adequação do local é determinada pelo valor obtido, considerando-se adequado se estiver na faixa de 7,1 a 10,0, e inadequado se situar entre 0,0 e 7,0 (CETESB, 2020). É importante notar que o índice leva em conta a situação atual do local, uma vez que o dinamismo operacional e as variações climáticas podem influenciar as mudanças nos resultados (CETESB, 2020). Com base nos dados coletados, foi possível obter uma compreensão ambiental da área do aterro e de seus arredores.

Resultados e discussões

Caracterização e infraestrutura do aterro

As visitas de inspeção ao aterro controlado, ocorreram no mês de setembro de 2021. Durante a visita, observou-se que o local apresenta isolamento físico (Figura 2a) proporcionando contenção e controle de acesso, placa de restrição de acesso (Figura 2b) e a presença de resíduos sólidos na área externa do aterro, adjacente à entrada do aterro, não possui guarita, o acesso é feito por meio de uma cancela de madeira. Na área em frente ao aterro, foi identificada a presença de árvores da espécie *Azadirachta indica* (Nim), plantadas com o objetivo de reduzir o impacto visual. Localizado às margens da RN-079, o aterro é claramente visível ao se trafegar pelo trecho.

Figura 2: 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: Monte (2021)

Quanto aos aspectos operacionais, verificou-se a ausência de valas abertas, resultando na exposição dos resíduos à superfície ao ar livre (Figura 3), caracterizando o funcionamento do local como um vazadouro a céu aberto, ou seja, um aterro comum. A disposição inadequada dos resíduos sólidos, além de causar os impactos ambientais já conhecidos, também proporciona um refúgio para diversos insetos e roedores.

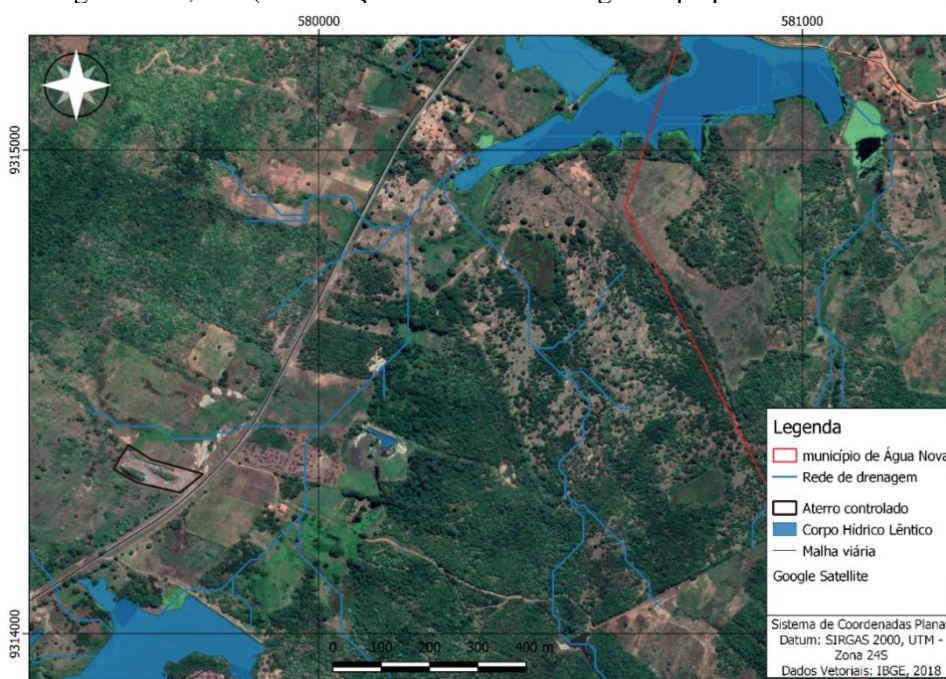
Figura 3: Resíduos expostos a céu aberto em nível do solo: a) amontoado de resíduos mais concentrado. b) resíduos espalhados.



Fonte: Monte (2021)

Além disso, observou-se a existência de corpos hídricos superficiais próximos ao aterro (Figura 4). A ABNT – NBR 13896 (ABNT, 1997) orienta que os aterros devem estar posicionados a uma distância mínima de 200 metros de qualquer corpo hídrico ou curso de água. É evidente que o aterro controlado de Água Nova está em desacordo com essa Norma Brasileira.

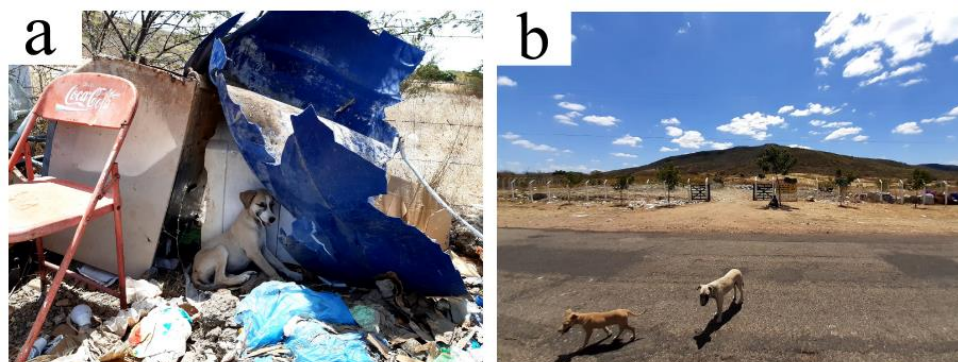
Figura 4: Presença de corpos hídricos superficiais nas proximidades do aterro controlado de Água Nova, RN (delimitação da rede de drenagem e pequenos reservatórios)



Fonte: Monte (2021)

A Figura 5, por sua vez, evidencia a presença de animais tanto dentro quanto nas imediações do aterro. A constatação de animais na área interna do aterro é considerada uma irregularidade.

Figura 5: Presença de animais no aterro controlado de Água Nova -RN: a) animal dentro do aterro controlado; e b) animais em torno do aterro controlado



Fonte: Monte (2021)

No aterro há a presença de dois catadores independentes, e atualmente, não há nenhum programa de trabalho social sendo desenvolvido com eles. Durante a visita ao aterro controlado de Água Nova, foi possível dialogar com um catador de materiais recicláveis presente na área. Ele é natural da cidade de Pau dos Ferros – RN e, juntamente com um colega de Água Nova – RN, realiza a coleta e segregação de diversos materiais, como plásticos (garrafas), papelão, alumínio, cobre e bronze. A coleta é realizada diariamente, de segunda a sexta, sem o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) como luvas e máscaras. Eles são catadores independentes, todo o material reciclado é vendido a atravessadores. Quanto à presença de animais no aterro, ele mencionou que esses animais são abandonados no local ou em suas proximidades. A Figura 6 ilustra a quantidade de material reciclado segregado do aterro.

Durante a visita, também foi notada a presença de um loteamento ao lado do aterro (Figura 7). Atualmente, esse loteamento está sendo utilizado para a criação de animais (Figura 8). No mesmo local, foi observada a estrutura de um poço (Figura 9a), que está desativado e preenchido com pedras em sua estrutura. Além disso, foi identificada uma plantação em estado seco (Figura 9b), que aparentemente servia ou serviria como alimentação para os animais.

Figura 6: Material reciclável coletado pelos catadores no aterro de Água Nova e acondicionado em bags



Fonte: Monte (2021)

Figura 7: Loteamento ao lado do aterro controlado de Água Nova



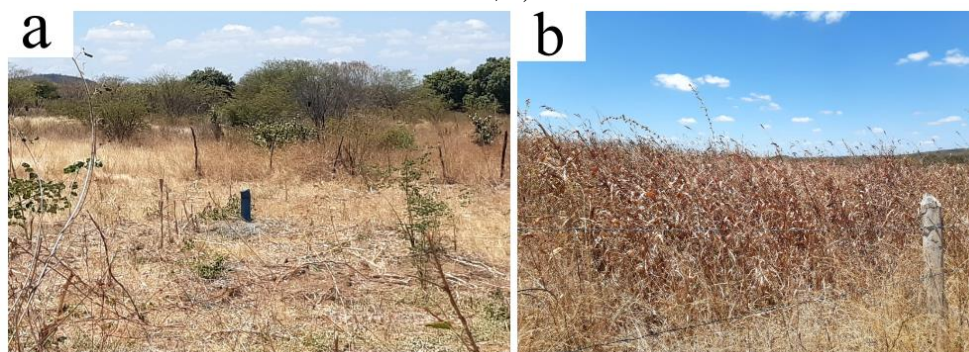
Fonte: Monte (2021)

Figura 8: Criação de animais no loteamento ao lado do aterro controlado de Água Nova



Fonte: Monte (2021)

Figura 9: Poço desativado e plantio nas proximidades do aterro controlado de Água Nova: a) Poço desativado, b) Plantio



Fonte: Monte (2021)

Gestão administrativa do aterro

Conforme informações da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos, responsável pelo aterro, o dispositivo atualmente recebe resíduos urbanos, abrangendo origem doméstica, poda de árvores, serviços de limpeza pública das vias, além de entulho proveniente da construção e demolição civil. Destaca-se que é expressamente proibido o descarte de carcaças de animais mortos. A área do aterro é isolada por cercas com estacas de concreto e arame farpado, contando ainda com identificação. Atualmente, a gestão do aterro controlado é atribuição da Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos e Meio Ambiente do município.

O manejo do aterro é realizado mediante o uso de caminhão caçamba, com a divisão do município em dois setores, denominados Setor 1 e Setor 2. No Setor 1, a prefeitura é responsável pela coleta e transporte dos resíduos até o aterro, enquanto no Setor 2 é terceirizado. A cada trimestre, as valas existentes são cobertas e novas valas são abertas.

O aterro controlado recebe os resíduos sólidos urbanos do município de segunda a sexta, tanto no período da manhã quanto à tarde. O serviço de limpeza urbana é executado em todo o perímetro urbano e parte da zona rural, abrangendo as comunidades mais próximas. Detalhes específicos sobre o manejo dos resíduos, incluindo coleta, frequência, viagens e destinação final dos resíduos domiciliares, da construção civil, da limpeza urbana e do serviço de saúde estão especificados na Tabela 1.

A coleta de resíduos provenientes dos serviços de saúde ocorre a cada 15 dias, sendo realizada pela empresa Esterelize, que assume a responsabilidade pelo tratamento e pela disposição final, garantindo assim uma gestão adequada desses resíduos. No que diz respeito às atividades econômicas no município, não há registro de atividades industriais.

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

Tipos de Resíduos coletados	Frequência da coleta	Frequência coleta (por semana)	Destinação final
Domicilia	3 vezes por semana	12	Aterro Controlado
Construção civil	1 vez por semana	6	Aterro Controlado
Limpeza Urbana (podas, varrição de ruas e praças)	Variável de acordo com a demanda	7	Aterro Controlado
Serviço de Saúde	Quinzenal	-	Empresa Terceirizada

Fonte: Monte (2021)

O aterro está localizado na zona rural do município (sítio Vaca Morta), a uma distância de aproximadamente 1km do perímetro urbano. Sua instalação é permanente. No aterro não existe tratamento para o chorume e nem para o biogás, assim como também não são aplicados procedimentos de tratamento para os resíduos.

Atualmente, o município possui apenas o plano municipal de saneamento básico, sem a implementação de qualquer programa de educação ambiental. Segundo a secretaria de infraestrutura e serviços urbanos, a população tem conhecimento dos serviços prestados, especialmente no que se refere à limpeza urbana, sendo que essas informações são transmitidas por meio de páginas oficiais e avisos em carros de som. O município destina entre 5% e 10% do orçamento municipal para os serviços de limpeza urbana.

No âmbito da gestão de resíduos sólidos, a responsabilidade pela administração dos resíduos sólidos é atribuída constitucionalmente à gestão pública local. Conforme a ABRELPE (2020), aproximadamente 23% dos municípios brasileiros depositam os resíduos sólidos em aterros controlados, o que está em consonância com a realidade observada em Água Nova.

Contexto histórico de uso e ocupação do solo

Com o objetivo de compreender o contexto histórico do uso e ocupação do aterro, o questionário aplicado aos moradores revelou que 50% deles tinham conhecimento sobre o que são resíduos sólidos, sendo que 55% praticavam a separação dos resíduos orgânicos. Estes resíduos orgânicos eram utilizados para alimentação animal, especialmente para suínos.

Apesar de a comunidade do Sítio Vaca Morta estar a aproximadamente 1 km de distância da área urbana, 71,5% dos moradores optam por queimar os resíduos, uma vez que essa comunidade não participa do programa de coleta do município. Apenas 28,5% levam o

lixo até o aterro, demonstrando consciência da importância desse destino. Cerca de 45% dos entrevistados tinham conhecimento sobre o que é um aterro controlado, enquanto 70% conseguiam diferenciar aterro de lixão. Em relação à transição de lixão para aterro controlado, 65% tinham conhecimento desse processo.

No bairro Boa Vista, 43,8% dos entrevistados indicaram que os resíduos gerados em suas residências eram destinados ao lixão, evidenciando desconhecimento sobre o processo de transição para o aterro controlado. Com o encerramento do lixão, os moradores observaram uma diminuição na queima e no odor. A prática de queima dos resíduos diminuiu, pois atualmente eles são aterrados, não ficando mais expostos a céu aberto. A proibição de descartar carcaças de animais mortos e a obrigatoriedade de aterrar os resíduos contribuíram significativamente para a redução do odor gerado pelo aterro. Ao preencher toda a vala, os resíduos devem ser enterrados com o solo removido da própria vala que foi aberta. Segundo relatos dos moradores, as queimadas praticamente cessaram, ocorrendo raramente, mesmo com a transição, e são consideradas ações irregulares.

Quando questionado sobre a prática ocasional de ateamento de fogo, o secretário de infraestrutura afirmou que a queima de resíduos no aterro é atribuída aos catadores do local. Mesmo após alertas sobre essa prática, os catadores continuam a realizá-la. A justificativa para essa ação está na ausência de aterramento dos resíduos, sendo essa a maneira encontrada por eles para reduzir o volume de resíduos não recicláveis.

Aproximadamente 90% dos entrevistados acreditam que residir próximo a um aterro causa danos à saúde, sendo que 45% deles relatam sofrer de problemas respiratórios, com apenas 5% associando esses problemas ao contato direto com o aterro.

No que diz respeito à percepção dos moradores de Vaca Morta, 85% relataram sentir o odor proveniente do lixão. Desse grupo, 70% afirmam que, após a implementação do aterro, esse odor diminuiu, embora alguns moradores tenham mencionado que ainda é perceptível durante o inverno. Cerca de 95% concordaram que a queima de resíduos ocorria com frequência, sendo que alguns moradores relataram que isso acontecia regularmente, especificamente todas as sextas-feiras. Todos os entrevistados concordaram que a queima é incômoda, apontando a fumaça como o principal problema associado a essa prática.

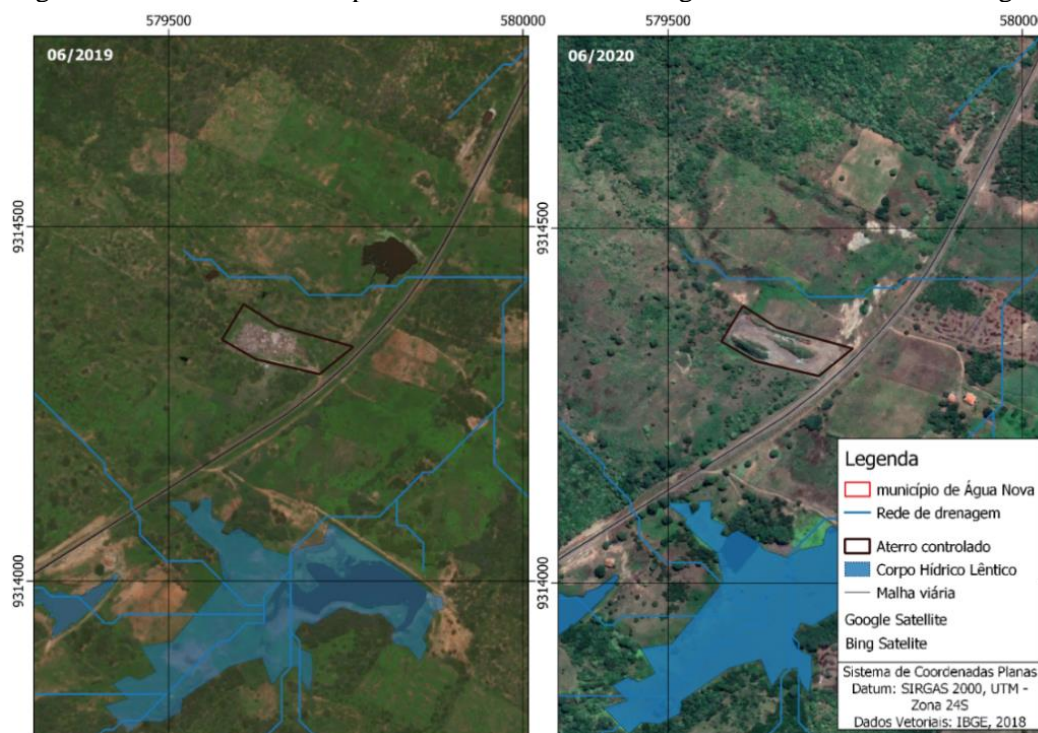
No que diz respeito às atividades desenvolvidas na área circundante ao aterro, destaca-se a presença de práticas agrícolas, como o cultivo de feijão, milho e capim, bem como a criação de animais, incluindo galinhas, porcos, bois e cavalos. Além disso, há a operação de uma granja

na região. A população utiliza a RN-079 para realizar atividades de caminhada. Dada a presença de corpos hídricos nas proximidades do aterro, os animais fazem uso da água principalmente para dessedentação.

Um estudo conduzido por Barbosa (2013) sobre o gerenciamento de resíduos sólidos no município de Água Nova – RN revelou deficiências no manejo dos resíduos, especialmente no que se refere ao destino final. Na época, todo o lixo era descartado em uma área a céu aberto, configurando um lixão próximo à entrada da cidade. Os moradores relataram que parte desses resíduos era frequentemente queimada, diferindo dos resultados atuais, nos quais a queima ocorre raramente. Essa prática anterior de queima foi responsável por degradar o solo e poluir o ar, com potencial para prejudicar a saúde da população por meio da inalação da fumaça.

Juntamente com a opinião pública e as informações coletadas sobre o antigo lixão, os moradores mencionaram desconhecer outra área para a destinação dos resíduos sólidos. O lixão sempre esteve às margens da RN-079, local que hoje abriga o aterro controlado. A Figura 10 apresenta uma comparação multitemporal da rede de drenagem ao redor do aterro nas cenas dos anos de 2019 e 2020.

Figura 10 - Análise multitemporal da área do aterro de Água Nova e a rede de drenagem



Fonte: Monte (2021)

É evidente na rede de drenagem (Figura 10) e no acúmulo de águas superficiais que esses elementos são mais suscetíveis à contaminação em comparação com as águas subterrâneas, devido aos seus níveis mais elevados de exposição. Isso se deve, em parte, à estrutura base do aterro, composta por estacas e arames farpados, que não é totalmente eficaz na contenção dos resíduos no interior do aterro. De maneira geral, essas águas podem ser contaminadas pelo escoamento superficial do chorume, pelo deslocamento de material particulado ou mesmo pelo carreamento do material lixiviado.

Aplicando o IQR no aterro controlado de Água Nova/RN

Após a visita *in loco*, foi realizada a análise dos resultados obtidos a partir do checklist aplicado na área de disposição de resíduos sólidos. Segundo Silva et al. (2016), o uso de indicadores, subíndices e índices serve como referência para um planejamento mais eficaz e para a implementação de melhorias nos sistemas operacionais de limpeza urbana. Esses elementos ressaltam a importância desses sistemas para a saúde pública, a economia, além de impactos no meio social e ambiental.

A pontuação obtida com a aplicação do Índice de Qualidade de Aterro (IQR) foi de 1,7. Esse resultado evidencia que o aterro controlado se encontra em uma situação inadequada de funcionamento, indicando uma precariedade na disposição dos rejeitos a céu aberto, conforme descrito pela CETESB (2020). Isso revela uma falha tanto no sistema implantado quanto nas condições operacionais do dispositivo.

Entre os principais agravantes, destacam-se os aspectos socioambientais. O aterro carece de isolamento físico adequado, evidenciado pela presença de sacos plásticos espalhados ao redor do local durante a visita. Além disso, falta um isolamento visual, já que o aterro está situado às margens da rodovia que leva ao município. A ausência de práticas de aterramento dos resíduos, bem como de dispositivos para a captação e tratamento de chorume e biogás, transforma o aterro controlado em um verdadeiro vazadouro a céu aberto.

O estudo realizado por Barros, Dourado e Bárbara (2020) avaliou a qualidade da disposição final dos resíduos sólidos no aterro sanitário do município de Goiânia/GO. Com base nos dados coletados, constatou-se que o aterro em análise apresenta um Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) de 2,2 pontos, indicando condições inadequadas de operação. Isso decorre de diversos aspectos operacionais, estruturais e locais irregulares que evidenciaram a insustentabilidade do local. Por outro lado, pesquisas conduzidas por Borba et

al (2021) determinou o índice de qualidade de aterros de resíduos em aterro sanitário no noroeste do Rio Grande do Sul, foi identificado um índice de qualidade de aterros de resíduos de 9,2. Nesse contexto, observou-se uma conformidade no sistema de drenagem de chorume, sem a ocorrência de afloramento desse material. Entretanto, outras questões problemáticas persistem no empreendimento.

Conforme informado pelo Ministério do Meio Ambiente (2019), a ausência de uma rede de drenagem em aterros sanitários para facilitar o esgotamento controlado de biogás através dos poros do solo e microfissuras na matriz rochosa pode resultar na migração do biogás para áreas vizinhas ao aterro ou na formação de bolsões, aumentando o risco de possíveis explosões.

Por meio de observações regulares e diretas no local, constatou-se a falta de materiais necessários para a cobertura adequada dos resíduos nas valas do aterro. A gestão inadequada do solo e a ausência de valas resultaram na exposição de resíduos na superfície, sem uma frente de trabalho claramente definida, já que os resíduos são dispostos de forma aleatória e sem cobertura. Essa situação pode estar diretamente relacionada à falta de equipamentos para a abertura e cobertura das valas em determinados períodos do ano.

O estudo conduzido por Lunes et al. (2016) examinou o lixão na cidade de Pau dos Ferros – RN utilizando o método de Índice de Qualidade de Rejeitos (IQR), e os resultados obtidos pelo IQR valas foram semelhantes. Eles indicaram uma disposição inadequada dos resíduos, com a ocorrência de afloramento de chorume em pontos específicos nas proximidades do lixão.

As condições mencionadas representam uma ameaça à segurança, saúde e bem-estar público, dado que a disposição inadequada dos resíduos propicia a atração de vetores de doenças, animais, além da geração de biogás e chorume, expondo seres humanos a atividades de risco, especialmente os 53 catadores, dadas as condições insalubres (Souza, 2021).

Quanto às características da área do aterro municipal, no que diz respeito à proximidade de núcleos habitacionais, esse dispositivo não atende aos parâmetros estabelecidos pela ABNT – NBR 13.896 (ABNT, 1997), que requer uma distância mínima de 2000 m de áreas urbanizadas. O aterro encontra-se a apenas 1000 m do perímetro urbano, como indicado na Figura 1.

Diante desse cenário identificado, é imperativo reavaliar as condições atuais do aterro, incluindo a estrutura de apoio, a frente de trabalho, os taludes e as bermas, itens fundamentais para um funcionamento mais eficiente. Além disso, é crucial abordar e adequar as questões de

proteção ambiental, uma vez que estas estão ausentes no local. No contexto atual, observa-se no município uma falta de perspectivas para a resolução desse problema. Esse quadro não difere da realidade enfrentada por muitos municípios brasileiros, mesmo com a existência de políticas públicas que incentivam a disposição adequada e criminalizam os vazadouros a céu aberto (Carvalho, Cruz, Silva, Lopes & Zanchi, 2020).

Considerações finais

- A avaliação da disposição final dos resíduos sólidos no município de Água Nova, no Rio Grande do Norte, revelou um IQR muito baixo, decorrente de um gerenciamento inadequado do aterro e da disposição inapropriada dos resíduos. O lixo armazenado no local não é coberto diariamente, permanecendo exposto ao ar livre, atraindo pássaros, animais e vetores transmissores de doenças. Além disso, não há separação e triagem de resíduos recicláveis, tarefa desempenhada por catadores independentes após o descarte. O lixiviado pode acumular-se em poças, resultando na contaminação de corpos hídricos, e nenhum gás é captado ou utilizado. A ausência de pesquisa e relatório de impacto ambiental, juntamente com outras evidências como a insustentabilidade do local e a falta de gestão de resíduos sólidos urbanos, foram constatadas. A estrutura do aterro apresenta falhas, sendo insuficiente para conter adequadamente os resíduos.
- A análise espacial revelou que o aterro está localizado a aproximadamente 1 km da zona urbana, em uma área rural, com a presença de corpos hídricos a uma distância inferior a 200 m. Após a implementação do aterro controlado, observou-se uma significativa redução na queima de resíduos, atualmente praticamente inexistente.
- É importante destacar que a implementação de um aterro controlado por si só não assegura uma gestão eficiente dos resíduos, sendo essencial considerá-lo como a última etapa no processo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Fica evidente que o aterro controlado demanda um planejamento detalhado em todas as fases da construção e operação, pois um dimensionamento inadequado pode acarretar diversas consequências prejudiciais tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Referências

ABRELPE - Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. ABRELPE. São Paulo, 2020. <https://encurtador.com.br/VVjXt>

- Arantes, M. V. C., & PEREIRA, R. S. (2021). Análise Crítica dos 10 Anos de Criação e Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. *R. Linceu On-line*, São Paulo, v. 11, n. 1 p. 48-66, Jan./Jun. https://liceu.fecap.br/LICEU_ON-LINE/article/view/1862/1148
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1997). *NBR 13.896: Aterros de Resíduos não Perigosos. Critérios para Projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro.
- Barbosa, S. F. P. et al. (2013). *Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Água Nova - RN*. Universidade Federal Rural do Semiárido. Pau dos Ferros, RN. (manuscrito não publicado). [s. l.]: [s. n.].
- Barros, R. G., Dourado, B. R., & Bárbara, V. F. (2020) Determinação do índice da qualidade do aterro de resíduos do município de Goiânia/GO. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.3, p.155-166. <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.003.0014/2014>
- 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.
- Borba, W. F., Silvério Silva, J. L., Kemerich, P. D. da C., Souza, E. E. B. de., Fernandes, G. D., Guimarães, M. da S. (2021). Aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR): Estudo em área no sul do Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.3, n.3, p.86-99. <https://reativambiental.com.br/wp-content/uploads/2023/01/146-861-2-PB.pdf>
- Borges, K. (2016). *O estudo do monitoramento dos impactos pós-implantação do aterro sanitário de Uberlândia/MG*. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Uberlândia, MG.
- BRASIL. (2019). Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 5.ed. Brasília: Funasa. 545 p.: il.
- BRASIL. (2019). Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixão Zero [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos, Coordenação-Geral de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. – Brasília, DF: MMA.
- Carvalho, A. L. S., Cruz, R. S., Silva, L. C., Lopes, E. R. N. & Zanchi, F. B. (2020). Qualidade de aterro de resíduos na costa do descobrimento. *Revista de Geografia (Recife)* v. 37, No.

2. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/245287/3636>
6

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.

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. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117305774>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. *Cidades e estados*. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/agua-nova.html>>.

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

Lunes, A. R. S., Souza, E. F., Bezerra, J. M., Lopes, J. R. A. & Morais, L. N. L. (2016). 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. 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. <https://www.scielo.br/j/urbe/a/kZV9T6f3fDPsf5gMMMCKqN/?format=pdf&lang=pt>

Nzeadibe, T.C. & Ejike-Alieji, A.U.P. (2020). Solid waste management during Covid-19 pandemic: policy gaps and prospects for inclusive waste governance in Nigeria. *Local Environment*, v. 25, n. 7, p. 527-535, <https://doi.org/10.1080/13549839.2020.1782357>

Penteado, C.S.G. & Castro, M.A.S. Covid-19 effects on municipal solid waste management: What can effectively be done in the Brazilian scenario? *Resources, Conservation and Recycling*, v. 164, 105152, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105152>

Saikia, D. & Nath, M. J. Integrated solid waste management model for developing country with special reference to Tezpur municipal area, India. *International Journal of Innovative Research & Development*, v. 4, n. 2, p. 241–249, 2015.

Silva, I. O. Tagliaferro, E. R., & Oliveira, A. J. (2021). Gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Jales–SP e sua relação para com a política nacional de

resíduos sólidos (PNRS). *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p.11475-11499.

Souza, E. F., Bezerra, J. M. & Lopes, J. R. A. (2021). Avaliação do índice de qualidade do vazadouro a céu aberto de Bom Sucesso-PB. *Revista de Geografia (Recife)*, V. 38, No. 2. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/248474/38805>

Spinola, G. M. R. (2017). *Caracterização e dimensionamento de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos no Brasil e nos municípios paulistas*. Relatório final de projeto de iniciação científica. Inpe: São José dos Campos, SP.

Publisher: Universidade Federal de Jataí. Instituto de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFJ. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Contribuições dos autores: Lualison Lentine da Costa Monte: Escrita, pesquisa e investigação, coleta e análise dos dados; Joel Medeiros Bezerra: Revisão e edição crítica. Declaramos ainda ciência das Diretrizes Gerais da Geoambiente On-line.

Financiamento: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Conflito de interesse: Os autores declaram que não possuem interesses financeiros ou não financeiros relevantes relacionados a este trabalho.