# PROJETO INTEGRADO MEDIDAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Integrated Project Measures for the Implementation of a Sanitary Landfill

**Carlos Henrique Ferreira**[1]

1 Curso Tecnólogo em Gestão Ambiental. Universidade Anhanguera. E-mail: carlospeleferreira@gmail.com

**Resumo**

Este trabalho apresenta medidas mitigadoras, compensatórias e de sustentabilidade relacionadas à implantação de aterros sanitários. O objetivo é discutir ações voltadas ao controle da poluição atmosférica, à proteção das águas superficiais e subterrâneas, à segurança dos trabalhadores e ao aumento da vida útil do empreendimento. Trata-se de levantamento bibliográfico construído a partir de artigos científicos, monografias e materiais especializados em gestão ambiental. O estudo destaca a drenagem e o aproveitamento de gases, o manejo do lixiviado, a impermeabilização do solo, o controle de vetores, a educação ambiental, a reciclagem e a economia circular. Conclui-se que a implantação e a operação de aterros sanitários requerem planejamento técnico, monitoramento ambiental, observância da legislação e participação dos diferentes responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Aterro sanitário. Resíduos sólidos. Gestão ambiental. Lixiviado. Economia circular.

**Abstract**

This paper presents mitigating, compensatory, and sustainability measures related to the implementation of sanitary landfills. Its objective is to discuss actions aimed at controlling atmospheric pollution, protecting surface and groundwater, ensuring worker safety, and increasing landfill lifespan. This is a bibliographic survey based on scientific articles, monographs, and materials specialised in environmental management. The study addresses gas drainage and use, leachate management, soil lining, vector control, environmental education, recycling, and circular economy. It concludes that sanitary landfill implementation and operation require technical planning, environmental monitoring, compliance with legislation, and participation by the different actors responsible for solid-waste management.

**Keywords:** Sanitary landfill. Solid waste. Environmental management. Leachate. Circular economy.

## INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas urbanos atuais é a disposição final inadequada dos resíduos sólidos, que se agrava em decorrência do crescimento da população urbana e das mudanças de

hábitos de consumo introduzidas pela era industrial. O aumento da geração de lixo urbano não tem sido acompanhado por soluções satisfatórias de manejo, resultando em sua destinação final de forma incompatível com a preservação do ambiente e da saúde pública.

Os tipos de destinação final normalmente utilizados para os resíduos sólidos urbanos no Brasil envolvem a sua disposição no solo, seja em forma de lixões, aterros controlados ou aterros sanitários. O aterro controlado utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte ao final de cada jornada de trabalho.

Já o aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição dos resíduos sólidos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite o confinamento seguro em termos de controle da poluição ambiental e proteção à saúde pública. Basicamente, as entradas no processo relacionado a um aterro sanitário são o lixo doméstico e o solo necessário para os serviços de cobertura dos resíduos e a confecção dos acessos. As saídas desse processo são o líquido percolado, ou chorume, e o biogás. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar propostas de medidas mitigadoras e/ou compensatórias para a construção de um aterro sanitário. Trata-se de um levantamento bibliográfico a partir de artigos científicos, monografias e sites especializados em gestão ambiental.

Com a realização deste projeto, espera-se conhecer mais sobre a importância do aterro sanitário e das medidas para minimizar os impactos ambientais, uma vez que é importante seguir as legislações ambientais. Isso inclui a implementação de sistemas de controle ambiental, como impermeabilização para proteger o solo e a água subterrânea, drenagem do lixiviado para tratamento posterior e monitoramento constante das águas subterrâneas e do ar. Essas medidas ajudam a prevenir a contaminação dos solos, do ar e das águas, protegendo a saúde humana e o meio ambiente.

## MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS PARA A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

As medidas mitigadoras e/ou reparadoras propostas foram baseadas na previsão de eventos adversos potenciais sobre os itens ambientais destacados, tendo por objetivo a eliminação ou a

atenuação de tais eventos. As medidas potencializadoras propostas visam otimizar as condições de instalação do empreendimento por meio da maximização dos efeitos positivos.

O sistema de drenagem de gases a ser implementado no aterro sanitário terá por finalidade retirar os gases gerados no processo de degradação, de forma a aliviar as pressões internas que ocorrem no maciço, garantindo a estabilidade geotécnica dos taludes e, consequentemente, a segurança da obra. Esse sistema possibilitará a queima dos gases nos níveis superiores do aterro, controlando a emissão à atmosfera. A concepção desse sistema consiste na implantação de drenos verticais que permitirão a drenagem dos gases e sua combustão em queimadores diretamente instalados nos drenos (Cabral; Souza, 2016).

Os gases emitidos no aterro sanitário deverão ser aproveitados, dentro de um programa de crédito de carbono, em projeto específico elaborado posteriormente, quando houver viabilidade econômica e financeira. Os problemas com emissão de gases, poeiras e ruídos ocorrerão durante a execução das vias de acesso e das instalações de apoio ao aterro, bem como durante sua implantação, abertura das valas, aterros e cobertura.

Deverão ser adotadas medidas para evitar a formação de nuvens de poeira devido ao tráfego de veículos e máquinas nas estradas e nos caminhos de acesso, promovendo-se o umedecimento periódico dos locais com carros-pipa. Os caminhões transportadores de areia e resíduos deverão ter suas caçambas cobertas, a fim de evitar o derramamento de materiais e atender à legislação sobre o tema.

Os motores, máquinas, veículos e equipamentos a serem usados nas obras e na operação do aterro sanitário deverão ser mantidos em boas condições de regulagem e operacionalidade, incluindo a verificação do nível de ruídos e a manutenção das características originais de escapamento.

A execução de serviços com emissão de ruídos, principalmente em áreas próximas a aglomerações residenciais, urbanizadas ou não, deverá observar os padrões de emissão de ruídos estabelecidos pela Resolução nº 001/1990 do CONAMA.

Os trabalhadores deverão usar equipamentos de proteção contra ruídos, de acordo com a NR 6, e ter a saúde monitorada de acordo com a NR 7 do Ministério do Trabalho e demais normas. Quanto à qualidade do ar, deverá ser observada a Resolução nº 03, de 28 de junho de 1990, e normas correlatas. Com relação a possíveis maus odores, a cobertura diária dos resíduos constituirá uma ação de grande importância para evitar a dispersão do odor característico de aterros sanitários.

## MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS PARA A POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS

A proteção das águas superficiais e subterrâneas será conseguida com a adoção de várias medidas de controle, visando impedir que as águas que escoem sobre o aterro ou se infiltrem na massa de resíduos, acrescida do chorume, alcancem os recursos hídricos superficiais ou os aquíferos. Essa proteção será obtida por meio da implantação de sistema adequado de drenagem de águas pluviais, execução de sistema de drenagem de lixiviados, tratamento do lixiviado, impermeabilização do fundo do aterro, definição de faixas de proteção para os recursos hídricos superficiais e execução de um dique de contenção em argila compactada (CEPEMAR, 2020).

O sistema de drenagem superficial terá a função de recolher e desviar as águas da bacia de contribuição para fora do aterro sanitário, reduzir o volume de percolado gerado, melhorar as condições de operação do aterro durante chuvas intensas e evitar eventuais erosões e deteriorações nos taludes e acessos.

O sistema de drenagem de lixiviado terá como objetivo coletar e encaminhar para a estação de tratamento os líquidos percolados através da massa de resíduos e o chorume produzido, evitando o comprometimento do aquífero e dos corpos hídricos superficiais, devido à elevada carga poluidora presente. Tais serviços também são fundamentais para permitir uma eficiente operação do aterro. Os dispositivos de drenagem serão, basicamente, dos seguintes tipos: drenos de lixiviado na fundação, ou base, e drenos horizontais de lixiviado.

O sistema de tratamento de lixiviado do aterro sanitário de São José da Bonfim será composto por gradeamento, conjunto de lagoas de acúmulo de efluente e tratamento por evaporação e recirculação, sem lançamento em corpo hídrico, tornando-se um aterro seco, conforme determina o projeto executivo. A impermeabilização do fundo do aterro, com a implantação de uma camada de argila compactada com material bentonítico, tem por finalidade evitar a contaminação das águas subterrâneas.

## PROPOSTAS PARA A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL DO ATERRO

Em empreendimentos como aterros sanitários podem existir riscos à saúde dos trabalhadores e da população residente nas proximidades. No caso específico do aterro sanitário de

Salvador, como será executado em área rural, onde a presença da população é praticamente inexistente e seu afastamento das residências atende plenamente à Norma NBR 13.896/2006 da ABNT, os riscos à saúde são, com maior intensidade, para os trabalhadores.

A população de áreas vizinhas poderá sofrer os efeitos da poluição de águas superficiais e subterrâneas devido à infiltração e ao escoamento de lixiviados, ou pelo lançamento do efluente do sistema de tratamento, caso não sejam adotados os necessários cuidados, o que, neste empreendimento, não ocorre, pois se trata de um aterro seco (Hamada; Calgas; Giacheti, 2022).

Com relação ao lixiviado, deverão ser implementados sistemas de coleta e tratamento e de impermeabilização do fundo do aterro, conforme demonstrado no projeto, os quais resultarão na redução dos riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

O controle de insetos e roedores resultará na redução dos riscos de transmissão de doenças por vetores. A proteção dos trabalhadores será conseguida pela adoção de diversas medidas, como demonstrado no plano específico.

As medidas de proteção aos trabalhadores e de segurança no ambiente de trabalho do aterro sanitário deverão ser adotadas durante a realização das obras e a operação do aterro, observando a legislação pertinente, especialmente a legislação de segurança e saúde no trabalho e suas normas regulamentadoras.

Os canteiros de obras deverão dispor de adequadas condições de conforto ambiental, saneamento, higiene e segurança do trabalho, contando com abastecimento de água potável, instalações sanitárias, armazenamento e remoção de resíduos sólidos, ventilação e iluminação adequadas e ambulatório para primeiros socorros.

Os operários deverão, obrigatoriamente, receber treinamento sobre as medidas individuais e coletivas de higiene e segurança a serem observadas nas obras. As diversas atividades só deverão ser executadas por pessoas qualificadas para cada tipo de trabalho, de forma a evitar acidentes com trabalhadores não preparados.

Obrigatoriamente, a empresa responsável pelo aterro sanitário deverá fornecer aos trabalhadores os equipamentos de proteção individual adequados aos diversos riscos e em perfeito estado de conservação e funcionamento. Os empregados deverão ser devidamente treinados para prestar primeiros socorros nos casos dos tipos mais comuns de acidentes, tais como cortes, queimaduras, choques elétricos, fraturas, picadas de insetos, mordidas de cobra, insolação e golpes, entre outros.

Durante as obras, deverá ser providenciada sinalização em todos os trechos onde operarem veículos e máquinas, de modo a garantir a proteção dos trabalhadores e da população. O projeto do aterro sanitário prevê a execução de um cinturão verde que circundará todo o empreendimento, margeando todo o seu perímetro externo em faixa com largura de cinco metros, reduzindo a ação direta do vento na operação. Nessa área de preservação deverá ser mantida a vegetação de origem. Havendo necessidade de revegetação, ela deverá ser feita com plantas nativas.

Com o objetivo de informar a população sobre as características ambientais e socioeconômicas da região e sobre os benefícios ambientais do projeto, essa medida deverá privilegiar a disseminação de informações sobre as medidas de preservação da qualidade ambiental relacionadas ao empreendimento.

O Programa de Medidas de Educação Ambiental deverá priorizar sua atuação nos setores sociais diretamente afetados pelo empreendimento. Seu planejamento e suas atividades estarão profundamente articulados com os demais programas ambientais, particularmente com o Programa de Comunicação Social.

Outras medidas importantes e sustentáveis são a redução de gases de efeito estufa, o aproveitamento energético, a preservação dos recursos naturais e a promoção da reciclagem e da economia circular. Os aterros sanitários captam e tratam gases gerados pela decomposição dos resíduos orgânicos, como o metano, que pode ser convertido em energia elétrica ou biometano. A energia gerada pelo biogás captado pode abastecer cidades e indústrias, promovendo a transição para uma matriz energética mais limpa. Ao impedir que resíduos contaminem o solo e os recursos hídricos, os aterros sanitários protegem ecossistemas importantes. Além disso, a articulação com sistemas de triagem permite a separação de materiais recicláveis antes da disposição final, reduzindo o volume de resíduos e incentivando a economia circular.

## POLÍTICA PÚBLICA PARA AUMENTO DA VIDA ÚTIL DO ATERRO

Atualmente, o modelo de produção linear, baseado na extração de recursos, em sua transformação e descarte, vem, ao longo dos anos, comprometendo a sustentabilidade do meio ambiente. A escassez de recursos naturais e a disposição inadequada dos resíduos urbanos ameaçam o desenvolvimento econômico sustentável. Com isso, a transição para um modelo de

economia circular vem ganhando força como alternativa para aumentar a vida útil do aterro sanitário.

De modo geral, a economia circular corresponde ao sistema econômico que substitui o tradicional modelo de produção linear ou, mais especificamente, a sistemas regeneradores nos quais o consumo de recursos, os resíduos, as emissões e a dissipação de energia são minimizados. Esse sistema pode ser obtido por meio de novos modelos de negócio que promovam reutilização, remanufatura, reciclagem, design de longa duração, desenvolvimento de materiais e embalagens biodegradáveis e recuperação de materiais nas fases de produção, distribuição e consumo. Desse modo, implica o engajamento de empresas, fabricantes e distribuidores, além dos próprios consumidores e governos, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável e promover benefícios para as futuras gerações (Kirchherr; Reike; Hekkert, 2017).

Em um país continental como o Brasil, pode até parecer que espaço não é um problema, mas é. Isso ocorre porque os aterros não podem ser tão afastados dos grandes centros, onde há maior concentração de pessoas e, consequentemente, maior geração de resíduos. Quando instalados em locais muito distantes, o custo da disposição correta aumenta consideravelmente, algo que os municípios buscam continuamente evitar.

A reciclagem de materiais como plásticos, latas de alumínio, vidros e papel é vantajosa, especialmente porque esses materiais podem ser reutilizados ou comercializados posteriormente, evitando que ocupem espaços nos aterros sanitários.

Outro ponto relevante é o acesso da sociedade à educação ambiental e a adoção do princípio do poluidor-pagador, que se impõe como um dos pilares dessa política. Ele define uma matriz de responsabilidade integrada por produtores ou importadores de matérias-primas, produtos intermediários ou acabados, transportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, catadores, coletores, administradores e proprietários de áreas de uso público e coletivo e operadores de resíduos sólidos em qualquer das fases de seu gerenciamento (Machado e Silva; Capanema, 2019).

Entre os objetivos centrais dessa política, destacam-se a redução da quantidade e da nocividade dos resíduos sólidos, a prevenção de problemas ambientais e de saúde pública e a erradicação dos lixões, aterros controlados, bota-foras e outras destinações inadequadas. Por outro lado, procura-se promover a inclusão social de catadores nos serviços de coleta seletiva, fomentando a implantação desses sistemas nos municípios. Para incentivar a cooperação

intermunicipal, busca-se estimular soluções consorciadas e conjuntas para os problemas de gestão de resíduos de todas as origens.

Os geradores dos resíduos deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e, por fim, a destinação final. O gerador deverá garantir o confinamento dos resíduos após a geração, até a etapa de coleta e transporte, assegurando, em todos os casos possíveis, condições de reutilização e envio para reciclagem.

Os materiais passíveis de reciclagem que apresentarem qualquer tipo de contaminação não deverão ser enviados às empresas recicladoras, a menos que lhes seja aplicado um processo de descontaminação que viabilize seu envio à reciclagem. Caso contrário, esses materiais deverão ser destinados de maneira adequada.

## CONCLUSÃO

Como se pode perceber, a implantação de um aterro sanitário resulta, sempre, em alterações no ambiente físico, biótico e antrópico de sua área de influência. Essas alterações podem ser de maior ou menor intensidade, dependendo das medidas propostas no projeto executivo e dos cuidados adotados durante sua execução, implantação e operação, e sua desativação.

No caso da implantação do aterro sanitário citado, constatou-se que seu projeto executivo será elaborado observando as recomendações técnicas para implantação e operação de empreendimento desse tipo e porte, com técnicas de concepção modernas e seguras. A efetiva execução dessas medidas contribuirá para que o aterro sanitário seja implantado de forma a causar os menores impactos ambientais possíveis.

A erradicação dos lixões tem sido sucessivamente protelada, causando danos ao ambiente, vulnerabilizando as comunidades do entorno e aumentando o risco de contaminação dos catadores e catadoras de materiais recicláveis. O problema atinge particularmente os municípios das regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Embora as práticas de gestão tenham melhorado, continuam sendo depositados resíduos a céu aberto em lixões ou aterros não controlados, os quais representam ameaças à saúde e à segurança humana por meio da proliferação de vetores e doenças, da poluição da água e das condições da área. A redução da geração de resíduos e a utilização de aterros sanitários são chaves para o desenvolvimento urbano sustentável.

Por fim, a realização deste trabalho foi muito importante para minha vida profissional, pois mostrou um pouco da realidade da gestão dos resíduos sólidos em Salvador. Ou seja, é preciso mais empenho do poder público, principalmente na conscientização das pessoas para a diminuição da produção de lixo residencial, comercial e industrial.

## REFERÊNCIAS

CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. Área de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas. São Carlos: Editora Rima, 2016.

CEPEMAR. Medidas mitigadoras, compensatórias e programas de controle e monitoramento. 2020.

HAMADA, J.; CALGAS, D. A. N. Q. P.; GIACHETI, H. L. Escoamento de chorume de aterros sanitários em solos arenosos compactados. Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancún, México, 2022.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 127, p. 221-232, dez. 2017.

MACHADO E SILVA, Vanessa Pinto; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **BNDES**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 153-200, set. 2019.