

RELISE

# ANÁLISE COMPARATIVA DAS GESTÕES MUNICIPAIS DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE MARIANA, BRASIL E ROTERDÃ, HOLANDA[1]

*COMPARATIVE ANALYSIS OF MUNICIPAL MANAGEMENT OF SOLID WASTE IN MARIANA, BRAZIL AND ROTTERDAM, NETHERLANDS*

*Alexsandra Matilde Resende Rosa*[2] *Vera Lúcia de Miranda Guarda*[3]

## RESUMO

Os resíduos sólidos urbanos apresentam grande complexidade e diversidade, e muitas vezes tornam-se um problema a ser enfrentado por autoridades públicas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) brasileira, estabelece que os municípios são responsáveis pela coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada dos resíduos. O Brasil encontra desafios no cumprimento das determinações da PNRS, em Mariana/MG, não é diferente. A Holanda é considerada referência mundial sobre gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU), um centro de conhecimento e inovação no campo da economia circular, e a cidade de Roterdã é pioneira no assunto. O objetivo deste estudo é comparar a gestão de resíduos sólidos de Mariana e Roterdã, buscando compreender os aspectos positivos, avanços, e desafios da GRSU nos dois contextos. Foi realizada uma revisão bibliográfica exploratória, e analisados documentos oficiais dos municípios, artigos científicos e estudos relacionados ao tema, após foi elaborada uma comparação demonstrando distinções e semelhanças das realidades. Conclui-se que Roterdã vem implementando tecnologias avançadas de gerenciamento de resíduos e políticas de economia circular, enquanto, Mariana, continua lutando para implementar e sustentar políticas mais básicas, porém, avanços e melhorias vêm ocorrendo. Há a necessidade de progredir em direção a formas mais avançadas de gestão de resíduos, prevenção e circularidade. Contudo, não há soluções perfeitas e que possam ser generalizadas, cada cidade deve desenvolver estratégias adequadas à sua história específica, economia, demografia, cultura, e aos seus recursos humanos, ambientais e financeiros.

**Palavras-chave**: gestão de resíduos sólidos, Mariana, Roterdã.

[1] Recebido em 01/11/2025. Aprovado em 26/11/2025. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.23864111
[2] Universidade Federal de Minas Gerais. alexsandraresende2011@gmail.com
[3] Universidade Federal de Ouro Preto. veraguarda@gmail.com





## ABSTRACT

Municipal solid waste presents great complexity and diversity and often becomes a problem to be faced by public authorities. The Brazilian National Solid Waste Policy (PNRS) establishes that municipalities are responsible for the collection, treatment and environmentally appropriate disposal of waste. Brazil faces challenges in complying with PNRS determinations, in Mariana/MG, it is no different. The Netherlands is considered a world reference for Municipal solid waste management (GRSU), a center of knowledge and innovation in the field of circular economy, and the city of Rotterdam is a pioneer in the subject. The objective of this study is to compare the solid waste management of Mariana and Rotterdam, seeking to understand the positive aspects, advances, and challenges of GRSU in both contexts. An exploratory bibliographic review was carried out, and official documents from the municipalities, scientific articles and studies related to the subject were analyzed, after which a comparison was made, demonstrating distinctions and similarities between the realities. It is concluded that Rotterdam has been implementing advanced waste management technologies and circular economy policies, while Mariana continues to struggle to implement and sustain more basic policies, however, advances and improvements are taking place. There is a need to progress towards more advanced forms of waste management, prevention and circularity. However, there are no perfect solutions that can be generalized, each city must develop strategies suited to its specific history, economy, demography, culture, and its human, environmental and financial resources.

**Keywords:** Solid Waste Management, Mariana, Rotterdam.

## INTRODUÇÃO

O aumento dos resíduos é uma consequência natural da urbanização, do crescimento populacional e do desenvolvimento econômico, sendo assim, uma quantidade cada vez maior de resíduos sólidos é inevitável (AGUIAR & BARROS, 2017). Conforme o relatório What a Waste 2.0 (2016), à medida que os países prosperam, se tornam mais populosos e oferecem mais produtos aos cidadãos, consequentemente, há um crescimento na quantidade de resíduos. Os países estão se desenvolvendo rapidamente sem sistemas adequados para acompanhar a modificação na composição de resíduos dos cidadãos. Tal fato, é





preocupante pois os resíduos globais devem crescer para 3,40 bilhões de toneladas até 2050 (KAZA *et. al*., 2016).

O ideal para a resolução da problemática é uma mudança de hábitos que leve a uma diminuição na geração de resíduos, ou seja, a prevenção, entretanto, essa é uma questão complexa, visto que ainda não há respostas sobre o que mudar e como mudar (AGUIAR & BARROS, 2017). Uma maneira de lidar com a situação é dar um passo para trás e consumir menos, porém, essa solução não é realista e é improvável, visto que todos estão acostumados a um certo nível de conforto, e falta vontade política e social de “abrir mão de alguma coisa” (DEELSTRA *et. al*., 2020).

Na perspectiva de Calgaro *et al.* (2009), a produção de bens de consumo não é um mal, como muitos pregam, mas uma necessidade nascida na luta humana por sobrevivência, segurança e dignidade. A produção e consumo de bens fazem parte da natureza humana, e a sociedade capitalista é resultado dessa natureza. No entanto, o ser humano possui inteligência e racionalidade e é capaz de refletir sobre a forma de produção, a hierarquização dos bens consumíveis, a devolução dos resíduos à natureza, com vistas à garantia de sobrevivência e dignidade das presentes e futuras gerações (CALGARO, 2009).

Nesse sentido, de acordo com Deelstra *et. al*. (2020), uma solução mais viável é aproveitar melhor as matérias-primas disponíveis, fechando os ciclos. O “lixo” contém muitas substâncias que ainda podem ser usadas. Conforme o autor, a adoção de uma economia circular, onde os resíduos ou subprodutos gerados, que eram considerados lixo, são reintegrados ao ciclo produtivo, direciona a uma mudança no próprio conceito de resíduos, que passa a ser considerado como recurso, uma vez que, em grande parte, podem ser reaproveitados (DIJKEMA *et al*., 2000).

A lei n°12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, e estabelece objetivos, instrumentos e princípios que propõem





uma gestão integrada; responsabilidade compartilhada entre consumidores, gestores e poder público; consumo mais sustentável. No artigo 9° da PNRS consta a seguinte ordem de prioridade: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010). Essa ordem se assemelha aos princípios da economia circular defendido por Deelstra *et. al*. (2020). A promulgação da PNRS constitui um avanço na gestão de resíduos brasileira, porém, o país ainda não adquiriu êxito na implementação efetiva dessa legislação. Conforme a ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), o Brasil, ainda, precisa encontrar soluções para problemas básicos como os lixões.

Segundo a legislação brasileira, os municípios são responsáveis pela coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada dos resíduos (BRASIL, 2010). Dessa forma, muitos gestores municipais precisam encontrar caminhos para reestruturar seus serviços, visando o alcance de metas sustentáveis, como é o caso de Mariana. Diante da complexidade do assunto, é importante um diagnóstico quanto ao manejo de resíduos para encontrar soluções mais eficazes, buscando modelos que melhor se adequem ao contexto local.

A Holanda é considerada referência mundial em gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) e é vista como um centro de conhecimento e inovação na área, neste país quase 80% de todo resíduo sólido gerado é reciclado (NEVES, 2011; DIJKGRAAF & GRADUSA, 2014). As cidades holandesas assumiram a liderança na transição para um modelo econômico circular. Roterdã, situada na Holanda do Sul, é pioneira no assunto, e vem implementando políticas e tecnologias avançadas de gerenciamento de resíduos.





O objetivo desse trabalho foi comparar a gestão de resíduos sólidos nas cidades de Mariana e Roterdã buscando compreender os aspectos positivos, avanços, e desafios da gestão em dois contextos diferentes. O estudo é justificado diante da dificuldade dos municípios brasileiros quanto à aplicação prática dos instrumentos indicados na PNRS e o alcance dos objetivos da legislação. Para a implementação de um modelo de gestão de resíduos sólidos que contemple os múltiplos aspectos que o trato da questão exige, faz-se necessário entender os avanços locais e conhecer como outras regiões enfrentam o problema, especialmente as nações que se adiantaram na busca de soluções.

## METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica exploratória, através da análise de documentos oficiais de ambas as cidades, publicações e artigos científicos, e levantadas informações referentes à gestão de cada local. Após uma análise crítica de conteúdo, foram selecionadas as características a serem destacadas. Em seguida, foi feita a comparação entre os dois sistemas de gestão, buscando compreender os aspectos positivos, avanços, e desafios da GRSU. Parte da caracterização das cidades está disposta na Tabela 1.

**Tabela 1**: Caracterização dos municípios selecionados para o estudo.

| **Características** | **Mariana** | **Roterdã** |
|---|---|---|
| População (hab.) | 61.830[1] | 582.949[4] |
| Área (km²) | 1.194,208[1] | 206[4] |
| Taxa de crescimento (%) | 10,9%[3] | 0,2%[4] |
| PIB per capita | 33.674,08[2]* | 765,800[4]** |
| IDH | 0,74[2] | 0,96[4] |
| Geração de RSU per capita/dia/kg | 0,70[3] | 1,46[4] |

[1] IBGE (2021), [2] IBGE (2010), [3] MARIANA (2019) [4]UN-HABITAT (2010). *reais **milhões de USD





## ÁREAS DE ESTUDO

*Mariana/Minas Gerais*

A cidade de Mariana foi fundada em 1696, no período histórico conhecido como Ciclo do Ouro, após os primeiros registros de descoberta do ouro nas regiões de Vila Rica e Arraial do Carmo (SOUZA, 2004). O município localiza-se na região centro-sul de Minas Gerais, a aproximadamente 112 km da capital, Belo Horizonte (BORSOI, 2011).

Em decorrência do rompimento da barragem de rejeito de mineração do “Fundão” em 2015, houve uma grande queda no Produto Interno Bruto (PIB) municipal, mas as mineradoras continuaram a influenciar o painel econômico. A economia da cidade é dominada pelo setor industrial, a atividade principal é a exploração do minério de ferro. Além das atividades voltadas à mineração, destaca-se o setor de serviços, que inclui o turismo, e a agricultura (MARIANA, 2019).

O relevo é ondulado com presença de montanhas, o clima é tropical, bioma Mata Atlântica. O município é situado na Bacia Federal do Rio Doce.

**Figura 1** – Município de Mariana no Contexto de Minas Gerais, Brasil







*Roterdã/Holanda do Sul*

Roterdã teve origem após a construção de uma barragem no rio Rotte, como medida contra inundações regulares, atraindo moradores para o local. Uma pequena vila de pescadores foi formada na Região, e em 1340 a vila recebeu direitos de cidade (ROTTERDAM PARTNERS, 2018)

Inicialmente, a economia baseou-se na pesca de arenque e no comércio de mercadorias nos rios Rotte e Schie. Após 1568, o comércio com a Inglaterra, França, América e Espanha aumentou, levando a uma época de prosperidade e crescimento econômico. No século XVIII, o município era densamente povoado, cheio de casas, indústrias e lojas de departamento, havia também novas indústrias em desenvolvimento (açúcar, café, tabaco e gim) (ROTTERDAM PARTNERS, 2013).

Durante a ocupação francesa (1795-1813) e a Primeira Guerra Mundial, que durou até 1926, houve um período de recessão. Na Segunda Guerra Mundial, o centro histórico da cidade foi completamente destruído. Após a guerra, foi escolhido um layout urbano espaçoso e uma arquitetura moderna para reconstrução (ROTTERDAM PARTNERS, 2013). O porto cresceu e as indústrias petroquímicas tornaram-se importantes, refinarias de petróleo se instalaram e grande parte da carga do porto era petróleo bruto e petroquímicos (CATARINELLA, 2017).

Hoje, Roterdã é uma cidade portuária mundialmente famosa e uma metrópole (ROTTERDAM PARTNERS, 2013). A função de trânsito do porto é o motor da economia, mas o município também se especializou na produção de produtos lácteos para mercados internacionais.

A maioria das matérias primas e “insumos urbanos” são importados e a cidade é ameaçada pelas alterações climáticas devido a esperada subida do nível da água do mar. Roterdã vem realizando esforços para se tornar uma cidade mais ecológica (DEELSTRA & STEEKELENBURG, 2005).





**Figura 2** – Município de Roterdã no contexto da Holanda




## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Gestão de resíduos sólidos em Mariana/MG, Brasil*

O município de Mariana gerou 42.099,40 kg/dia de resíduos sólidos domiciliares em 2018, o que representa uma produção per capita média de 0.70 kg/hab./dia. Deste montante, 45% são resíduos orgânicos, 38% são recicláveis e 17% outros. Os resíduos de limpeza urbana correspondem a 0,04 kg/hab./dia, e total de 2.500,65 kg/dia (MARIANA, 2019). Na cidade há a coleta seletiva e a coleta convencional.

A coleta seletiva é feita pela associação de catadores – CAMAR, desde 2008, é parcial, visto que os geradores realizam a separação na fonte. Na Sede e no distrito de Passagem, a coleta é porta a porta. Nos demais distritos, existem 19 pontos de entrega voluntária, onde a população entrega os recicláveis. A recolha dos resíduos e a manutenção desses pontos ocorrem duas vezes por semana (MARIANA, 2019). Após a coleta, a associação realiza a triagem manual e a venda dos materiais.

A taxa de cobertura da coleta seletiva é de 70%, e houve uma média de crescimento anual de 24% de materiais coletados entre 2012 e 2018. O município disponibiliza à associação dois caminhões com motoristas, e a locação do galpão de triagem (MARIANA, 2014). Em 2021, foram entregues mais três





caminhões e a prefeitura irá continuar arcando com as despesas dos veículos e disponibilizando os motoristas (ROBERT, 2021).

Um ponto inovador, e já considerado tradicional, é a estratégia de motivação utilizada pela CAMAR, que busca o envolvimento da comunidade na coleta seletiva por meio de caminhões de lixo “musicais” com uma melodia que ensina como os materiais devem ser separados. No horário que os recicláveis são recolhidos, em cada bairro, o caminhão passa tocando a melodia, com o objetivo de lembrar a população de entregar seus recicláveis. A CAMAR também é envolvida em atividades sociais de conscientização, em parceria com a prefeitura realiza palestras em bairros, escolas e empresas. No andar superior ao galpão de triagem da associação, há uma biblioteca, composta por cerca de 200 livros e itens históricos oriundos principalmente dos resíduos coletados (GOMES, 2020).

No entanto, no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Mariana consta que 18.944,73kg de resíduos sólidos domésticos gerados por dia são recicláveis, contudo, a CAMAR não absorve todo esse material, e consegue coletar apenas 2.958,90 kg/dia, ou seja, cerca de 17% dos recicláveis gerados. A coleta seletiva apresenta limitações visto que não ocorre de porta a porta em todo o município (MARIANA, 2019). Importante destacar ainda que o galpão de triagem da CAMAR não possui estrutura para processar uma quantidade muito maior de resíduos (GOMES, 2020). Dessa forma, há a necessidade de políticas públicas que visem aumentar a taxa de reciclagem no município. Ainda assim, destaca-se o papel fundamental da CAMAR para a gestão de resíduos sólidos e recuperação dos materiais, visto que a associação é a responsável por toda a reciclagem realizada na cidade.

A coleta convencional também ocorre de porta em porta, é terceirizada, e realizada em dias e horários pré-estabelecidos (MARIANA, 2019). A taxa de cobertura da coleta convencional em relação a população urbana é de 100%, ao





considerar a população total (urbana e rural) a taxa de atendimento é de 99,57% (MDR, 2019). Na sede é utilizado um caminhão compactador, e há seis equipes de trabalhadores, cada equipe possui um motorista e três catadores. Nas áreas de difícil acesso, a coleta ocorre com o auxílio de uma caminhonete e há uma equipe de trabalhadores. Há também os pontos de entrega voluntária (PEVs), constituídos por 120 contêineres de 1000 ml. Nesses pontos costuma ocorrer problemas de acúmulo de resíduos fora do horário da coleta, outro ponto a ser melhorado na gestão de resíduos (MARIANA, 2019).

O antigo lixão de Mariana foi desativado no ano de 1999, após 20 anos de operação. A recuperação da área foi realizada pela Companhia Vale do Rio Doce. Após a desativação do lixão, os resíduos sólidos urbanos passaram a ser direcionados ao “aterro controlado”, termo utilizado pelo plano municipal de resíduos. No ano de 2009, houve a desativação do “aterro controlado”, sem a recuperação ambiental apropriada. Em seguida, com a emissão da Licença de Operação (LO nº 0304 ZM em 23/03/2009), o aterro sanitário municipal começou a operar, ainda que de forma irregular (MARIANA, 2019).

Após um ano houve a necessidade de expansão, e foi promovida a implantação da segunda plataforma para a disposição de resíduos, porém não houve a continuidade da obra. No mandato de 2009 a 2012, o município teve à frente sete prefeitos diferentes, sendo que no total foram nove trocas de gestores, impedindo a continuidade de vários trabalhos e/ou obras iniciadas (MARIANA, 2012). A partir daí o Aterro Sanitário, passou novamente a ter uma configuração de “aterro controlado”, em seguida de “lixão”, e em 2015 perdeu a licença de operação. A mudança constante de representantes do executivo em Mariana não é um fato específico desse período, essas mudanças ocorrem de forma frequente e como visto, vem afetando a gestão de resíduos sólidos.

Na época da perda da licença, o aterro apresentava vários problemas operacionais, tais como: excesso de deposição de resíduos nas plataformas,





oferecendo risco de rompimento dos maciços; impossibilidade de compactação e cobertura adequada dos resíduos devido à geometria e volumetria inadequada dos mesmos, tornando-os completamente instáveis e gerando risco de ruptura; colmatação da drenagem de líquidos percolados retendo o chorume no interior dos maciços; exsudação em vários pontos e percolação de chorume livre pela área do aterro, levando a um auto risco de contaminação para o lençol freático e para o Córrego da Lavoura (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017, MARIANA, 2019).

Destaca-se que próximo ao aterro sanitário está sendo construído o Reassentamento de Bento Rodrigues, como forma de reparação do direito à moradia aos atingidos pelo rompimento da Barragem de Fundão. O Córrego da Lavoura é a principal interface do aterro sanitário com o reassentamento (MARIANA, 2019). Apesar dos problemas técnico-operacionais relatados acima, não houve a constatação de indícios de contaminação no lençol freático e do Córrego da Lavoura após a obtenção dos resultados das análises realizadas pela Fundação Renova nos piezômetros e no curso d'água, conforme consta no Plano Emergencial de Adequação (2017).

Os aterros municipais geralmente levam a um impacto adverso significativo sobre os indivíduos que possuem propriedades, residem ou usam áreas próximas, o que já levou a afetados nos Estados Unidos, por exemplo, a tomarem atitudes, grupo que ficou conhecido como "NIMBY" - Not in My back Yard (LEE *et al.,* 1994). Em Mariana, a escolha de um local próximo ao aterro sanitário para construção do Reassentamento de Bento Rodrigues vem modificando a gestão de resíduos municipal, visto que a Fundação Renova passou a atuar como responsável técnica e operacional pelo aterro, em decorrência dos impactos que o mesmo poderia gerar no Reassentamento de Bento Rodrigues.

Em 2017, foi assinado um termo de compromisso na ação civil pública n° 0400.15.003713-5, entre Mariana e a Fundação Renova, perante o Ministério





Público Estadual. A fundação ficou responsável por realizar o projeto de readequação do aterro sanitário, devendo realizar as obras pertinentes e operação por um período de cinco anos. No mesmo ano, foi iniciado o processo de regularização ambiental do aterro através do processo administrativo nº 00184/2000/005/2017 formalizado junto à SUPRAM CM. Em cumprimento à determinação do termo de compromisso supracitado, a Fundação Renova elaborou o Plano Emergencial de Adequação, iniciou as obras de readequação e assumiu a operação do Aterro Sanitário de Mariana no ano de 2019, estando ainda responsável pelo empreendimento até o presente momento.

Atualmente, a unidade de destinação final dos resíduos é o aterro sanitário municipal, localizado na estrada que liga Mariana ao distrito de Antônio Pereira (pertencente ao município de Ouro Preto), na área rural. O local, situado em terreno de propriedade da prefeitura, possui uma área de 26 hectares, dos quais cerca de 6,3 hectares são utilizados na operação de aterramento de resíduos (MARIANA, 2019).

A destinação final dos resíduos em aterro sanitário é a principal destinação escolhida pela maioria dos municípios brasileiros, porém, essa forma de destinação final é criticada pela literatura, visto que é considerada uma solução sanitária, mas não ambiental (LEE *et al.,* 1994; STLENGER, 2015; DIJKEMA *et al.,* 2000, THEMELIS *et al*., 2014, FUUS, et al., 2018). O aterro sanitário deve ser a última opção para a destinação de rejeitos, e deve ser levado para o aterro apenas o que realmente não é possível reutilizar ou reciclar.

No aterro de Mariana, existe a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) que engloba uma área de recepção de resíduos coberta, área de triagem com esteira e prensa com capacidade de uma tonelada, no entanto, a mesma encontra-se desativada (MARIANA, 2019). Dessa forma, não é realizada a triagem de nenhum tipo dos resíduos coletados através da coleta convencional, havendo a perda da oportunidade de reciclar e reaproveitar diversos materiais.





Os estudos de caracterização gravimétrica dos resíduos demonstram, ainda, o grande potencial para implantação de sistemas de tratamento da fração orgânica, visto que 45% dos resíduos gerados são orgânicos, contudo, não há nenhuma política municipal que incentive esse tipo de tratamento, como por exemplo, através da compostagem.

O Aterro Sanitário operou por força de um termo de ajustamento de conduta até o mês de outubro de 2020, e a partir do dia 30 desse mesmo mês, passou a operar com Licença de Operação Corretiva nº 106/2020 (com várias condicionantes). No ano de 2022, a Fundação Renova informou que todas as obras necessárias para a readequação do aterro foram terminadas. Em relação à infraestrutura atual, o aterro possui controle de entrada com guarita, sala administrativa, refeitório, sanitários e também uma oficina para a manutenção dos veículos que fazem a coleta convencional e para alocar os equipamentos utilizados no aterro, dentre os quais, há uma balança para pesagem dos resíduos (MARIANA, 2019).

A prefeitura de Mariana faz a cobrança das taxas relativas à limpeza pública e coleta de resíduos mensalmente, junto com o IPTU. O município não recebe recursos de programas federais ou estaduais, bem como não há projetos para captação de recursos. Foi verificado ainda que nos últimos cinco anos, a arrecadação com as taxas representou uma média de apenas 6,1% do total das despesas com os serviços de gestão dos resíduos sólidos (MARIANA, 2019).

Em novembro de 2018, foi estipulado por meio de um termo de ajustamento de conduta firmado entre a Samarco e suas acionistas, e os governos federal, do Estado de Minas Gerais e Espírito Santo que a Fundação Renova também seria responsável pela execução do projeto “Complexo CAMAR-ECOPONTO-RCC”. As estruturas visam atender às condicionantes da anuência de resíduos sólidos, estabelecidos no licenciamento ambiental do Reassentamento de Paracatu de Baixo, visando solucionar a questão da





destinação final dos resíduos provenientes de construção civil e resíduos volumosos. Assim, a Fundação Renova também ficou responsável pela execução de projeto e implantação de área devidamente licenciada para destinação final de resíduos sólidos provenientes da construção civil e resíduos volumosos; e pela execução de projeto e implantação da nova sede da associação CAMAR; execução de projeto e implantação de galpão destinado ao ECOPONTO municipal para recolhimento de pneus inservíveis.

Após a entrega do aterro sanitário de Mariana pela Fundação Renova ao município, há a possibilidade de que o Consórcio Intermunicipal Multissetorial do Vale do Piranga (CIMVALPI) incorpore o aterro. Em 2022, foram apresentadas as modelagens de gestão consorciada da destinação final dos resíduos sólidos, e os gestores municipais vem demonstrando interesse nesse modelo de gestão (CIMVALPI, 2022).

A finalização do Complexo CAMAR-ECOPONTO-RCC e a integração do aterro sanitário de Mariana ao CIMVALPI, pode representar uma mudança significativa na GRS municipal, visto que o consórcio tem o plano de iniciar processos de reciclagem e tratamento da matéria orgânica. O consórcio planeja, através do complexo, tratar os resíduos não apenas de Mariana, mas de todos os municípios integrantes do CIMVALPI.

Diante desses dados, é possível apontar melhorias para a gestão de resíduos sólidos em Mariana, como: triagem dos materiais enviados para o aterro, aumento na taxa de reciclagem, tratamento dos resíduos orgânicos, cobrança mais efetiva, conscientização da população quanto a coleta seletiva, garantir a continuidade das políticas públicas iniciadas etc. No entanto, observa-se que Mariana continua lutando para implementar e sustentar políticas de gestão de resíduos sólidos e há um cenário positivo para o futuro.





*Gestão de resíduos sólidos em Roterdã, Holanda*

A supergeração de resíduos causa problemas sérios, assim, é importante identificar o quanto é razoável gerar, e quanto realmente é inevitável. O incentivo à diminuição na geração de resíduos é uma prática em Roterdã. Nos últimos séculos, o consumo aumentou exageradamente, chegando no século XXI no que se convencionou chamar de hiperconsumo. Toda essa produção, necessita de matéria-prima e lugar para depositar os rejeitos. “Nesse campo, o planeta já começa a dar sinal de insuficiência de condições, tanto no que se refere ao fornecimento de matéria-prima quanto à absorção dos rejeitos” (CALGARO, 2009, p. 15).

De acordo com Gladek *et. al.* (2018), em Roterdã já se observa uma escassez de matérias primas e a ausência de espaço para o depósito de rejeitos. O município também pode ser duramente afetado pelas mudanças climáticas devido ao aumento do nível do oceano, por seu território se encontrar abaixo do nível do mar. Os gestores começaram a sentir esses efeitos na prática, e, consequentemente, a investir em conscientização e políticas públicas que visam mudanças no modo de vida. Um dos objetivos da gestão municipal é a adoção de uma economia totalmente circular.

A necessidade de lidar com as matérias-primas de forma diferente tornou-se perceptível devido à escassez destas, como: plástico, madeira e metal. A cidade é dependente de matérias primas de outros países, e isso tem causado muitos problemas. Não é apenas a escassez física que causa riscos de oferta e aumentos de preços. Alterações na economia global, problemas de abastecimento devido a conflitos comerciais e incidentes como o bloqueio no Canal de Suez já criaram riscos de abastecimento e altos preços. Tornar a economia circular resolve dois problemas: menos dióxido de carbono e mais segurança em relação a disponibilidade de matéria prima (RIJKSWATERSTAAT, 2021). A economia linear é o oposto da circular. Na linear, os produtos são





fabricados, usados e depois descartados. Na circular, há uma abordagem sistêmica para manter o fluxo circular dos recursos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (GLADEK *et. al.*, 2018).

Em Roterdã, continuar adotando o modelo econômico linear envolve riscos para gerenciar, substituir e desenvolver ativos de espaço público, imobiliário e residencial de forma acessível. Assim, há um maior comprometimento com o prolongamento da vida útil e a reutilização dos materiais. Dessa forma, as compras são melhores aproveitadas, inovações são apoiadas e é investigado como usar os fluxos residuais de forma a garantir uma alta qualidade (RIJKSWATERSTAAT, 2021).

A adoção de um modelo econômico circular auxilia na preservação do meio ambiente natural, reduzindo ao máximo a extração de matérias-primas e a geração de resíduos (GLADEK *et. al.*, 2018). Há os seguintes princípios: evitar e reduzir o uso de matérias-primas; prolongamento da vida útil dos produtos; reaproveitamento de produtos e peças; e reciclagem de materiais (AKKERMAN, 2019).

A utilização crescente de produtos com menores ciclos de vida e embalagens descartáveis tem contribuído para a precária situação da GRSU (BARROS, 2012**;** GONÇALVES; TANAKA; AMEDOMAR, 2013). Conforme Calgaro (2009), os produtos são fabricados com prazo de durabilidade cada vez mais curtos, para que percam suas propriedades, exigindo uma troca mais rápida pelo consumidor.

Em Roterdã, os gestores municipais incentivam seus cidadãos a adquirir somente materiais considerados de alto padrão, facilmente reutilizados, reformados ou reciclados e todos os resíduos são processados para reutilização, sendo incinerados só os que não tem mais nenhuma opção de manuseio ou apresentarem risco ambiental. Conforme o Programa Roterdã Circular, tornar-se circular significa muito mais do que apenas alcançar o “desperdício zero”.





Roterdã pretende reduzir o consumo de materiais criados com matérias primas que causam perda de biodiversidade, materiais tóxicos, ou que geram gases de efeito estufa (GLADEK *et. al.*, 2018).

Os dados da gestão de resíduos também são essenciais para a criação de políticas e planejamentos locais. Compreender a quantidade, bem como os tipos de resíduos gerados, permite que os governos locais selecionem métodos de gestão adequados e planejem a demanda futura. Com dados precisos, os governantes podem alocar de forma realista orçamentos, avaliar tecnologias relevantes e considerar parceiros estratégicos, como o setor privado ou organizações não governamentais, para a prestação de serviços (KAZA *et. al.*, 2016). Nesse sentido, a prática de Roterdã também pode ser vista como modelo, são realizados estudos frequentes sobre as políticas necessárias, eficácia das adotadas etc. No município observa-se uma vontade política de resolver os problemas, que se reflete em ações e programas eficazes.

A geração total de resíduos sólidos em Roterdã (UN-HABITAT, 2010), em 2010, era em torno de 6.900 toneladas por ano, os resíduos eram constituídos por papel (27%), vidro (8%), metal (3%), plásticos (17%), orgânicos (26%) e outros (19%). Em 2010, 30% dos resíduos sólidos já eram reciclados, embora quase nada enviado para aterros (UN-HABITAT, 2010).

A infraestrutura utilizada para a coleta baseia-se no uso de contêineres, sendo responsabilidade dos geradores despejarem seus resíduos nestes locais. A separação é realizada na fonte. A coleta possui uma rotina semanal, utiliza-se sacos de plásticos que contêm 240 litros, 1.100 litros ou sacos de 3 m³, 4m³ e 5m³ para contentores subterrâneos (UN-HABITAT, 2010). As cores dos sacos plásticos e dos contêineres são diferentes para cada tipo de resíduo: residuais (cinza), vidro (amarelo), papel (azul), têxteis (roxo), orgânicos (verde). Alguns moradores têm contentores domésticos (clickies) para resíduos residuais, papel e orgânicos (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022).





Os contêineres são instalados nos bairros, podem ser subterrâneos, acima do solo e semi-afundados, e são esvaziados pelo menos uma vez por semana. Há um site e um aplicativo que contêm um calendário informando as datas da coleta. É proibido colocar o lixo próximo aos contêineres e bloqueando a abertura dos mesmos, casos em que pode haver multa (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022).

A coleta de resíduos domésticos e de zonas mistas (residenciais/comerciais) é realizada pelo departamento municipal de gestão de resíduos (ROTEB), que é gerido como uma empresa pública, mas o orçamento vem do município. O setor privado também atua junto com a ROTEB na coleta de resíduos comerciais e institucionais. A taxa de cobertura da coleta é de 100% (UN-HABITAT, 2010). Os resíduos recicláveis advindos da coleta seletiva são encaminhados para a Empresa AVR, e são reciclados, e transformados em novos produtos na própria usina.

Alguns materiais não devem ser descartados no lixo, mas entregues nos parques ambientais, como: roupas, produtos químicos pequenos (baterias, pinturas, medicamentos), gordura e óleo, eletrônicos, resíduos volumosos. Os parques ambientais de Roterdã são: Charlois, Delfshaven, Hillegersberg-Schiebroek, IJsselmonde, Prins Alexander, Hoek van Holland, Rozenbrug (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022a). O planejamento é que os parques ambientais se tornem “*hotspots”* circulares, onde todos podem ir para separar seus resíduos, e a longo prazo comprar materiais (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022). Existem ainda brechós, onde o responsável pelo brechó busca as roupas que seriam descartadas na residência das pessoas.

A taxa de separação de resíduos só vem aumentando, 30,4% em 2018, 35,4% em 2019, 36% em 2020 e 40% em 2021 (ROTTERDAM CIRCULAIR, 2021). Os gestores municipais buscam garantir que a separação seja simples e acessível. Há estudos frequentes, inclusive psicológicos, sobre como motivar as





pessoas a ter um comportamento circular. São desenvolvidas tecnologias inovadoras, traçados objetivos e metas. As ações propostas são monitoradas e adaptadas, se necessário.

Alguns exemplos das ações realizadas pelos gestores municipais são: disponibilização de bicicletas com bagageiro para que os moradores possam levar seus resíduos aos parques ambientais; os caminhões de lixo foram pintados de dourado lembrando que os resíduos valem ouro; foram implementados contêineres luminosos ou com jardim em volta para lembrar a população de não jogar lixo do lado de fora dos contêineres; roupas em bom estado de conservação são recolhidas e encaminhadas para doação na África; doação de equipamentos que tornam o descarte do lixo doméstico mais conveniente para os moradores de arranha-céus; instalação de coletores de plástico que retira lixo da água usando o Seabin e o Wasteshark (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022b).

Em Roterdã, constitui contravenção penal a violação de regulamentos locais relacionados aos resíduos, com pena de prisão de até seis meses ou multa, como: armazenar ou ter resíduos armazenados ao ar livre em local visível ao público; oferecer lixo doméstico a outra pessoa para coleta; colocar lixo para coleta sem ter efetuado o pagamento da taxa, distribuir material publicitário não endereçado, entre outros (PORTARIA DE RESÍDUOS DE ROTERDÃ, 2009).

Infelizmente, a maioria dos resíduos orgânicos em Roterdã, ainda não é separada na fonte e vai para o incinerador junto com os resíduos residuais (TILLIE, 2018; KOERKAMP, 2019). Os resíduos orgânicos domésticos representaram 14% da quantidade total de resíduos produzidos em 2017, sua taxa de separação foi de apenas 28,4% (CBS Statline, 2018). Uma parte relativamente pequena é coletada para ser processada em biogás e composto, contudo, o lixo orgânico coletado geralmente contém resíduos residuais.





No Programa Roterdã Circular consta que um dos planejamentos para a gestão para o período de 2019 a 2022 era conscientizar os moradores da importância de resíduos orgânicos limpos para a produção de biogás e bom composto (KOERKAMP, 2019). Na economia circular, os resíduos passam a ser vistos como matéria-prima, o que acarreta mudanças na forma de coletar e reutilizar, sendo necessárias soluções inovadoras para a recolha e tratamento dos resíduos, facilitando sua reutilização.

No município, a alternativa ao aterro é a utilização de usinas de transformação de resíduos em energia (WTE). Stengler (2005) defendia essa prática, considerando como uma opção de tratamento segura para ajudar a alcançar os objetivos de proteção ambiental, diminuindo a deposição de resíduos em aterros (STENGLER, 2005). Contudo, hoje, já existe na Holanda uma diretiva que restringe a incineração de lixo doméstico visto que a incineração libera gases que podem poluir a atmosfera, provocando impactos ambientais, há ainda um decreto do ano de 1997 que proíbe o deposito de lixo doméstico em aterros (AKKERMAN, 2019). Assim, Roterdã que já quase não deposita resíduos em aterros, também pretende reduzir a incineração cada vez mais.

Os resíduos que não são separados são depositados em sacos de lixo cinza e são chamados de resíduo residual. Eles são incinerados pela Empresa AVR, mas antes da incineração é realizada uma separação mecânica. As instalações da AVR estão equipadas com os mais recentes e modernos dispositivos técnicos: telas planas, wind shifters, separadores balísticos, triturador e scanners de infravermelho próximo. Cerca de dez a quinze por cento dos resíduos que passam pela esteira são plásticos e embalagens cartonadas e são interceptados. O restante é transportado através de uma correia para a central de resíduos e energia. A planta de separação da AVR também remove embalagens plásticas e caixas de bebidas do lixo residual de todas as residências. A separação para coleta seletiva de plástico, latas (metais) e





embalagens cartonadas para bebidas não será mais necessária (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022).

Devido à ciência de que a fumaça da combustão é prejudicial à saúde, para minimizar os impactos foram construídas instalações de limpeza de gases de combustão na AVR. Estes tornam a fumaça, que é liberada durante a combustão, o mais limpa possível. Depois de recolhidos, esses resíduos são depositados em um bunker e jogados em um dos incineradores. Os incineradores são cercados por tubos com água, enquanto os sacos de lixo estão sendo queimados, essa água ferve e libera vapor que é utilizado para aquecimento urbano e eletricidade. Após a queima, resta cerca de 20%, os chamados resíduos de cinzas de fundo. Os metais são removidos desta cinza usando ímãs especiais. Esses metais são reciclados na indústria metalúrgica, e o que resta são os minerais. Estes são limpos e entregues à indústria de concreto, e processados em concreto para estradas, pedras de pavimentação e tijolos de clínquer (MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022).

A maioria dos cidadãos holandeses pagam taxa de resíduos, algumas das famílias recebem isenção em circunstâncias especiais, geralmente de natureza financeira. Em 2021, a taxa de resíduos foi em média de 286 euros por integrante familiar. Todos os anos há estudos na Holanda sobre o valor da taxa, cada município cobra de acordo com o critério escolhido: 1- taxa fixa; 2- número de pessoas na residência; 3- volume; 4- volume e frequência; 5- quantidade de saco ou bolsa; 6- peso; 7- peso e frequência; 8- frequência e número de pessoas; 9- volume; 10- frequência e número de pessoas. O Município de Roterdã cobra conforme o número de pessoas na residência (RIJKSWATERSTAAT, 2021). Roterdã é um exemplo de cidade que conhece seus custos e os utiliza precisamente na fixação de taxas, o que é considerado boa prática, visto que conhecendo os custos financeiros, é possível controlar melhor a gestão, tanto financeira quanto tecnicamente (UN-HABITAT, 2010).





A cidade pretende adotar até 2050, uma economia totalmente circular. Os gestores estimam que até 2030, 98% de todos os resíduos serão recolhidos separadamente e apenas 5%, considerados de qualidade muito baixa ou perigosa, serão incinerados (GLADEK, *et. al.*, 2018). Há o projeto de equipar as residências com contentores de triagem inteligentes que simplificam a separação de diferentes materiais. Os contêineres já apresentam coloração diferente por tipo de resíduos, e possuirão sensores embutidos que avisarão os usuários se eles descartarem de forma errada. Conforme o plano, os moradores receberão incentivos financeiros em sua carteira digital para cada quilo separado corretamente, os valores poderão ser utilizados para comprar produtos locais, pagar contas de energia ou impostos. Muitos produtos serão produzidos ou reparados a partir desses fluxos de resíduos (GLADEK *et. al.*, 2018).

O Painel de Circularidade de Roterdã será uma plataforma de monitoramento de matéria-prima em tempo real, que vai monitorar continuamente a disponibilidade e os pedidos de diversos materiais. As matérias-primas serão levadas para as unidades de beneficiamento que serão administradas por pequenos e grandes empresários. Em relação aos pedidos dos produtos gerados, o próprio painel irá definir o envio para o licitante o mais rápido possível. Essas inovações resultarão no fornecimento de fluxos de matérias-primas puras e de alta qualidade (GLADEK *et. al.*, 2018).

A primeira fase do programa Roterdã Circular foi uma fase de arranque, destinada a aprendizagem e aplicação de métodos de trabalho circulares. Com esta fase de exploração, foram dados passos importantes e alcançados ótimos resultados. Dentro do programa circular são trabalhados projetos e inovações que contribuem para um uso mais inteligente e sustentável das matérias-primas (RIJKSWATERSTAAT, 2021).

Em Roterdã são realizados estudos frequentes para definir formas mais efetivas de gestão. O governo municipal se esforça em envolver toda a





comunidade no Programa Roterdã Circular, moradores, empresários, parceiros sociais etc. Frequentemente são realizados diagnósticos dos problemas observados na gestão e das possíveis soluções, estabelecidas metas que são colocadas em prática, as práticas são acompanhadas anualmente com o objetivo de avaliar sua eficácia e aprimoradas, caso necessário. O município identifica onde está ocorrendo problemas e a melhor solução para cada situação específica, e se tornou um exemplo de boas práticas na GRSU.

A cidade adota uma visão sistêmica que permite englobar todas as variáveis dentro de um modelo de gestão que integra novas possibilidades e perspectivas. São propostas mudanças na forma de pensar e de usar os recursos naturais, visando compatibilizar o desenvolvimento, padrões de consumo e os interesses ambientais. Há uma forte conscientização sobre que tipo de mundo querem e qual legado deixar para as gerações futuras.

## CONCLUSÃO

O inadequado gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos problemas ambientais e sanitários da atualidade. Diante desse cenário, no que se refere à complexidade, grande geração e o alto custo para o tratamento de resíduos sólidos, novas alternativas são importantes. Há a necessidade de progredir em direção a formas mais avançadas de gestão de resíduos, prevenção e circularidade. Em Roterdã são propostas mudanças, garantindo a universalidade, equidade, descentralização e uma boa governança no que se refere a gestão de resíduos sólidos.

A minimização da geração de resíduos sólidos não está apenas relacionada a uma diminuição no consumo. Nesse contexto, um novo paradigma vem sendo adotado em Roterdã, no que se refere ao que fazer com os resíduos gerados. Roterdã é considerada pioneira, com grandes avanços na economia circular. A base de um movimento em direção a uma economia cíclica se





assemelha à forma como os ecossistemas da natureza são construídos: uma rede de processos integrados que formam ciclos, constituindo estratégias para o desenvolvimento sustentável. Assim, sob essa perspectiva, a infraestrutura da gestão de resíduos não deve ser tratada isoladamente dos sistemas que geram esses produtos residuais, mas sim, requer uma abordagem que considere a interconexão e comunicação entre os sistemas.

Em Roterdã, a conscientização da população quanto a uma boa gestão não é recente, a coleta seletiva é eficiente, praticamente nenhum resíduo é depositado em aterro, há a adoção de tecnologias avançadas para reciclagem de materiais. Roterdã planeja que até 2030, apenas o que não for possível reciclar será incinerado. Os seguintes objetivos já são realizados na prática: ordem de preferência (prevenção, reutilização, reciclagem, outro tipo de recuperação, exemplo: recuperação energética, e disposição final); há rigorosos padrões no tratamento dos resíduos; o planejamento a nível nacional é seguido; há uma extensão da responsabilidade do fabricante/importador; e uso de vários instrumentos para estimular a prevenção e a reciclagem (RIJKSWATERSTAAT, s. d.).

No Brasil, a execução ineficaz de instrumentos importantes referentes a PNRS, faz com que os objetivos traçados na legislação brasileira estejam longe de serem alcançados. O disposto no artigo 9° da PNRS (não geração, redução, reutilização e reciclagem) não ocorre de forma efetiva. Em relação a Mariana, ainda há poucos dados sobre a gestão de resíduos. A principal destinação dos resíduos é o Aterro Sanitário, somente os materiais coletados através da coleta seletiva são triados e reciclados pela CAMAR, os materiais coletados através da coleta tradicional não são triados. O plano municipal de resíduos propõe várias alternativas para melhorias na gestão, como: tratamento da fração orgânica, aumento da reciclagem de materiais, maior eficiência da coleta seletiva, melhoria na forma de cobrança, contudo, aponta os problemas, mas não traz ações





específicas a serem realizadas para cada problema identificado. Observa-se, ainda, uma necessidade de melhorias na forma de cobrança dos serviços de gestão de resíduos sólidos, visando um sistema econômico/financeiro mais sustentável.

A efetivação de políticas de reciclagem e compostagem em Mariana é um desafio para o setor público, e a constante troca de representantes do executivo, interfere no prosseguimento de políticas públicas importantes. Observa-se, ainda, a necessidade de maior conscientização ambiental da população para realizar a segregação dos resíduos na fonte e aderir ao sistema de coleta seletiva existente. Estas informações são essenciais para o estabelecimento de metas e objetivos coerentes com a realidade do município.

O formato de gestão linear (gerar, consumir e descartar) precisa ser repensado. A gestão de resíduos circular, adotada por Roterdã, aparenta ser um bom modelo a ser seguido, onde dentro de um fluxo todos os resíduos entram para o ciclo o tempo inteiro, retornando para os processos, e somente após percorrer por todo esse caminho cíclico que há uma disposição adequada do que sobra.

Inicialmente, uma melhora no entendimento da situação da geração e gestão de resíduos sólidos das localidades é importante para que seja possível caminhar em prol do desenvolvimento sustentável do planeta. A gestão de resíduos sólidos é uma peça crítica para planejar cidades e comunidades sustentáveis, saudáveis e inclusivas para todos.

Não há soluções perfeitas! A realidade de Roterdã é muito diferente da de Mariana. Assim, cada cidade deve ser incentivada a desenvolver estratégias adequadas à sua história específica, economia, demografia, cultura, e aos seus recursos humanos, ambientais e financeiros.





## REREFERÊNCIAS

ABRELPE – **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2017/2018. São Paulo – SP, 2019. Disponível em: < http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 31 de maio de 2022.

AGUIAR, P. H. V; BARROS, R. T. V. Proposta de Modelagem para Previsão da Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos. In: **XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2017, S. Paulo. anais, 2017. Disponível em: https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento36/TrabalhosCompletosPDF/III-240.pdf. Acesso em: 03 de julho de 2022.

AKKERMAN, R., BEAMES, A. G., FABER, C., HEIDEVELD, A., van der Have, C., & Dijkstra, A. **Logistiek in een Circulaire Economie**. Het Groene Brein. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336242788_Logistiek_in_een_Circulaire_Economie_Logistics_in_a_Circular_Economy>. Acesso em: 03 de julho de 2022.

BARROS, R.T.V. Elementos de resíduos sólidos. Belo Horizonte: **Tessitura**, 2012. 424 P.

BORSOI, D. F. O mundo urbano colonial: norma e conflito em Mariana/MG. **Revista Espacialidades**, v. 4, n. 3, p. 1–24, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/espacialidades/article/view/17741>. Acesso em: 31 maio 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n° 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias. Diário Oficial da União. Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm >. Acesso em: 31 maio 2022.

CALGARO, C. **Desenvolvimento sustentável e consumo: a busca do equilíbrio entre o homem e o meio ambiente**. In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; HORN, Luiz Fernando Del Rio. Relações de consumo: meio ambiente. Caxias do Sul: Educs, 2009. Disponível em: < https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/RC_MEIO_AMBIENTE_EBOOK.pdf> Acesso em 31 de maio de 2022.





CATARINELA, M., 2017, Roterdã, 1-7 Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/325147065_Cities_Report_Rotterdam >Acesso em 31 de maio de 2022.

CAVO, C. S. e S. S. A. **Diagnóstico do aterro sanitário de Mariana - Relatório Técnico**. [S.l: s.n.]. 2017.

CBS Statline, 2018. **Huishoudelijk afval per gemeente per inwoner**. Retrieved December 13, 2018. Disponível em: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=83452NED&D1=0&D2=a&D3=396&D4=a&HDR=T,G3&STB=G2,G1&VW=T> Acesso em 31 de maio de 2022.

CIMVALPI, 2022. **Mariana e Ouro Preto tratam sobre o sistema de gestão de resíduos sólidos do CIMVALPI**. Disponível em: <https://www.cimvalpi.mg.gov.br/noticias/item/315-mariana-e-ouro-preto-tratam-sobre-o-sistema-de-gestao-de-residuos-solidos-do-cimvalpi. >. Acesso em 31 de maio de 2022.

DEELSTRA J., BOYD D., KRAS M., ROODBERGE N.; Afvalverwerking in Nederland: gegevens2020/Werkgroep Afvalregistratie.-Utrecht: **Rijkswaterstaa**t, 2022. Disponível em: <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/linkportaal/publicaties/downloads/downloads0/afvalverwerking-nederland-gegevens-2020/>. Acesso em 31 de maio de 2022.

DEELSTRA, T.; VAN STEEKELENBURG, M. Agropolis: een symbiose tussen stad en land. InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, 2005. Disponível em: < https://edepot.wur.nl/93243/>. Acesso em 31 de maio de 2022.

DIJKEMA, G. P. J.; REUTER, M. A.; VERHOEF, E. V. A new paradigm for waste management. **Waste management**, v. 20, n. 8, p. 633-638, 2000. Disponível em:< https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X00000520>Acesso em 31 de maio de 2022.

FUNDAÇÃO RENOVA, 2017, Plano Emergencial de Adequação do Aterro Sanitário de Mariana.

FUSS, M.; BARROS, R. T. V.; POGANIETZ, W-R. Designing a framework for municipal solid waste management towards sustainability in emerging economy countries-An application to a case study in Belo Horizonte (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 655-664, 2018. Disponível em:<





https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618300313>Acesso em 31 de maio de 2022.

GLADEK, E., VAN EXTER, P., ROEMERS, G., SCHLUETER, L., WINTER, J., GALLE, N., & Dufourmont J. (2018). **Circular rotterdam—Opportunities for new jobs in a zero-waste economy.** Disponível em: https://rotterdamcirculair.nl/wp-content/uploads/2018/11/GemeenteRotterdam_Report_English_15-11-18.pdf. Acesso em 31 de maio de 2022.

GOMES, A. A. (2020). **Comportamento e percepção ambiental da população urbana de Mariana (MG) quanto ao gerenciamento dos RSU e a coleta seletiva no município: um estudo de caso da CAMAR de Mariana**. Disponível em: < https://monografias.ufop.br/handle/35400000/2826>Acesso em 31 de maio de 2022.

GONÇALVES, M.A.; TANAKA, A.K.; AMEDOMAR, A. A destinação final dos resíduos sólidos urbanos: alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. **Future Studies Research Journal**, v. 5, n. 1, p. 96-129, 2013. Disponível em: < https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2013.v5i1.112 >. Acesso em 31 de maio de 2022.

IBGE. **Cidades e Estados.** 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/mariana.html. Acesso em 31 de maio de 2022.

IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios. Estatísticas. **IBGE**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=resultados . Acesso em 31 de maio de 2022.

IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm Acesso em 31 de maio de 2022.

KAZA, S., Yao, L., BHADA-TATA, P., & VAN WOERDEN, F. (2016). **What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050**. World Bank Publications.

KOERKAMP, I. G. **Activating household waste separation behaviour in high-rise Rotterdam: Capitalising on the moment of moving for stimulating**





**behavioural change**. 2019. Disponível em:https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:220f7d4f-81a8-4236-80f8-42ab3c0eb1be Acesso em 31 de maio de 2022.

LEE, G. F.; JONES-LEE, A.; MARTIN, F.. Landfill NIMBY and systems engineering: a paradigm for urban planning. In: **INCOSE International Symposium**. 1994. p. 924-931. Disponível em:< https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2334-5837.1994.tb01811.x>Acesso em 31 de maio de 2022.

MARIANA, 2012. **Galeria de ex-prefeitos**. Disponível em:< https://www.mariana.mg.gov.br/galeria-de-ex-prefeitos>Acesso em 31 de maio de 2022.

MARIANA, 2015, Lei complementar n° 151, de 06 de agosto de 2015. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Mariana, 2016. Disponível em: < http://www.cbhpiranga.org.br/wpcontent/uploads/2014/04/1248-IBA-01-SA-RT-0009-R1_Mariana.pdf >. Acesso em 31 de maio de 2022.

MARIANA. **Decreto nº 9.618, 30 de janeiro de 2019**. Minuta do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Mariana e dá outras providencias. Disponível em: < https://www.mariana.mg.gov.br/uploads/prefeitura_mariana_2018/arquivos/2.pdf>.

MDR, M. do D. R. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasilia: [s.n.], 2019.

MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022. **Ophaaldagen afval.** Disponível em: < https://www.rotterdam.nl/apps/rotterdam.nl/wonen-leven/milieupark/ >.

MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022a. **Milieuparken.** Disponível em: < https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/ophaaldagen-afval/#gen_id_122-0 >.

MUNICÍPIO DE ROTERDÃ, 2022b. **Circular Reuse of Commodities and Residual Materials.** Disponível em: <https://rotterdamcirculair.nl/initiatieven/grond-en-reststoffenbank-rotterdam/>.

NEVES, M. 2011. **Com incentivos, Holanda recicla 80% do lixo que produz, diz especialista.** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/225753-com-incentivos-holanda-recicla-80-do-lixo-que-produz-diz-especialista/.





PORTARIA DE RESÍDUOS DE ROTERDÃ, 2009. Disponível em: https://wetten.overheid.nl/BWBR0002063/2022-06-01.

RIJKSWATERSTAAT, 2021. **Afvalstoffenheffing 2021.** Disponível em: <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/linkportaal/publicaties/downloads/downloads-0/afvalstoffenheffing-2021/>.

RIJKSWATERSTAAT, s.d, **Processamento de resíduos na Holanda, dados de 2018**. Disponível em: https://rwsenvironment.eu/subjects/fromwaste-resources/elements-dutch-waste/>.

ROBERT, J. 2021. **CAMAR recebe novos caminhões para Coleta Seletiva em Mariana**. Disponível em:<https://www.mariana.mg.gov.br/noticia/6383/camar-recebe-novos-caminhoes-para-coleta-seletiva-em-mariana>.

ROTTERDAM CIRCULAIR, 2021. **Het Kantelpunt Voortgangsrapportage Rotterdam Circulair** 2021. Disponível em: <https://rotterdamcirculair.nl/wp-content/uploads/2018/11/GemeenteRotterdam_Report_English_15-11-18.pdf/>.

ROTTERDAM PARTNERS, 2013. **History of Rotterdam**. Disponível em: <https://rotterdammakeithappen.nl/en/brand-partners/rotterdam-partners/>.

SOUZA, L. A. de. **Diagnóstico do meio físico como contribuição ao ordenamento territorial do município de Mariana** (MG). 2004. 182 f. Universidade Federal de Ouro Preto, 2004. Disponível em:< https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6436>.

STENGLER, Ella. The European position-where is waste-to-energy, and where is it going?. **Waste Management World**, n. C, p. 19, 2005.

THEMELIS, N. J.; KAUFMAN, S. M. Waste in a land of plenty-Solid waste generation and management in the US. **Waste Management World**, p. 23-30, 2004. Disponível em:< https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2334-5837.1994.tb01811.x>Acesso em 31 de maio de 2022.

TILLIE, N. Synergetic urban landscape planning in Rotterdam: Liveable low-carbon cities. A+ BE| **Architecture and the Built Environment**, n. 24, p. 1-284, 2018.

UN-HABITAT. Solid waste management in the world's cities. **UN-HABITAT**, 2010.