

## Os desafios da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil

### The challenges of domestic solid waste management in Brazil

DOI:10.34117/bjdv9n2-164

Recebimento dos originais: 30/01/2023

Aceitação para publicação: 27/02/2023

#### **Tanaiane Beatriz Spoti**

Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade de Araraquara (UNIARA)

Instituição: Universidade de Araraquara (UNIARA)

Endereço: Rua Carlos Gomes, 1217, Centro, Araraquara – SP, CEP: 14801-340

E-mail: tanaiane.spoti@uniara.edu.br

#### **Creusa Sayuri Tahara Amaral**

Pós-doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (USP)

Instituição: Universidade de Araraquara (UNIARA)

Endereço: Rua Carlos Gomes, 1217, Centro, Araraquara – SP, CEP: 14801-340

E-mail: cstamaral@uniara.edu.br

#### **RESUMO**

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos domésticos (RSUD) vêm sendo discutidos há muito tempo, com destaque para o processo de coleta de resíduos urbanos. Para amenizar a problemática do resíduo domiciliar é necessário otimizar o uso dos sistemas de coleta e transporte, que possam oferecer melhoramento dos aspectos econômicos, sociais e ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho é discutir os desafios importantes da gestão resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil. A partir de uma revisão da literatura foi elaborada a fundamentação teórica, que permitiu apontar os principais desafios da gestão RSUD no Brasil. Neste estudo preliminar verificou-se como fator relevante o sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos domésticos (tradicional, mecanizado), a destinação dos resíduos, ou seja, além da coleta adequada, que permita a reutilização de materiais também a destinação dos resíduos, em local e formato que garanta seu isolamento ou total utilização. Assim, dentre as ações governamentais mais prementes para a sustentabilidade do planeta esta o entendimento que existe a necessidade de transformar o que chamamos de resíduo em um novo recurso, de modo a contribuir para a conservação dos recursos naturais do planeta, a redução da poluição da Terra e principalmente de seus rios e oceanos.

**Palavras-chave:** coleta de resíduos urbanos, resíduos sólidos urbanos domésticos, gestão de resíduos sólidos urbanos, sustentabilidade.

#### **ABSTRACT**

The generation of domestic Urban Solid Waste (USW) has been discussed for a long time, with emphasis on the process of collecting urban waste. To alleviate the problem of household waste, it is necessary to optimize the use of collection and transport systems, which can also improve economic, social and environmental aspects. In this context, this paper aims to discuss the main challenges of managing household urban solid waste in Brazil. The theoretical foundation was elaborating on the literature review, which allowed pointing out the main challenges of USW management in Brazil. In this preliminary

study, it was verified as relevant the following factors: the domestic urban solid waste collection system (traditional, mechanized), the disposal of waste, that is, in addition to the suitable collection, which allows the reuse of materials, also the disposal of waste, at location and format that guarantees its isolation or full use. Thus, among the most pressing government actions for the sustainability of the planet is the understanding that there is a need to transform what we call waste into a new resource, to contribute to the conservation of the planet's natural resources, the reduction of Earth and mainly its rivers and oceans.

**Keywords:** urban waste collection. domestic urban solid waste. urban solid waste management. sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos municipais engloba as funções de coleta, transferência, reciclagem e tratamento de fontes. O objetivo primário da gestão é proteger a saúde da população, promover a qualidade ambiental, desenvolver a sustentabilidade e fornecer todo o suporte para tais atividades (HENRY; YONGSHENG; JUN, 2006). Conhecer as características da geração dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é o ponto de partida fundamental, porque auxilia no cumprimento da legislação e no próprio manejo e planejamento das ações de coleta, tratamento e disposição final (NASCIMENTO et al., 2015).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), lei de número 12.305/10 que propõe a prática de hábitos de consumo sustentável, determina em seu art. 18 que os municípios necessitam ter um plano de gestão integrada de resíduos sólidos, para acessarem os recursos da União, destinados aos serviços de limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Contudo, sabe-se que a gestão de resíduos é desorganizada ou muitas vezes inexistente e faz com que a qualidade da saúde da população seja diretamente afetada, além de contribuir para a degradação dos recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos, deixando a margem de cuidados, uma camada da população, que tem nos resíduos domésticos, um meio de sobrevivência (CHAVES, 2012).

A gestão de resíduos sólidos deve estar de acordo com os melhores princípios de saúde pública, engenharia, economia e preservação ambiental. Deve ainda considerar todos os aspectos relacionados às ciências sociais, uma vez que envolve a participação da população. Nesse contexto, as soluções devem considerar a complexa

interdisciplinaridade entre os diversos campos das ciências e áreas de conhecimento (FERRAZ, 2008).

Conceitualmente, são considerados resíduos sólidos todo e qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando dejetos e outros materiais sólidos; pode estar em estado sólido ou semissólido. Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua natureza física (seco ou molhado), sua composição química (orgânico e inorgânico) e sua fonte geradora (domiciliar, industrial, hospitalar, etc.). Uma classificação que se sobrepõe a todas as demais é aquela que considera os riscos potenciais dos resíduos ao ambiente, dividindo-os em perigosos, inertes e não inertes (ABNT NBR 10004:2004, 2004).

O grande crescimento populacional, industrial e econômico tem como consequência a geração de um grande volume de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), fazendo com que a gestão inadequada traga impactos negativos para o meio ambiente além de problemas de saúde pública (doenças relacionadas a insetos, roedores) e diferentes formas de poluição (FERRÃO; MOARES, 2021).

Dentre as diferentes atividades envolvidas na gestão de resíduos urbanos, a coleta é uma das mais relevantes, tanto pelo custo quanto pelos impactos potenciais sobre a qualidade do contexto urbano. Pode representar até 70% de todos os custos da gestão de resíduos (HEMPE; NOGEIRA, 2012; DI MARIA; MICALE; MORETTINI, 2016). A coleta de RSU em um sistema integrado é essencial para o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos.

Os sistemas tradicionais de gestão de resíduos municipais dependem da coleta e armazenamento de resíduos em lixeiras até sua coleta e transporte por uma agência local de gestão de resíduos (FARRÉ et al., 2021). A coleta de resíduos sólidos é um processo complexo, em que os problemas com os prestadores de serviço ou qualquer defeito no equipamento pode acarretar grandes transtornos para a sociedade. Além disso, os trabalhadores vinculados às atividade de coleta, estão expostos a diversos riscos: físicos; mecânicos; ergonômicos; biológicos (VELLOSO; SANTOS; ANJOS, 1997).

É responsabilidade dos gestores do município a escolha do tipo de coleta, transporte, destino final adequado. Esses serviços podem ser oferecidos pelo próprio município ou por meio de contratação de empresas por meio de licitação. Esta atividade requer cuidados na administração das melhores alternativas do ponto de vista ambiental (FERRÃO; MORAES, 2021). Assim, a gestão sustentável de RSU necessita de apoio

para métodos de avaliação ambiental adequados que apontem viabilidade ambiental das estratégias de gestão de resíduos sólidos urbanos (RIPA et al., 2016).

Atualmente, diferentes tipos de sistemas de coleta de RSU estão sendo implementados nas cidades modernas (LAURIERI; LUCCHESI; DIGIESI, 2020). As decisões de investimento em novos métodos de coleta devem ser justificadas em termos de viabilidade ambiental, tecnológica, social e econômica. Assim, por ser um processo de impacto para a sociedade, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise dos desafios emergentes da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A classificação de Resíduos sólidos segundo a ABNT NBR 10004/2004:

“Resíduos classe II não perigosos: São os resíduos não perigosos e que não se enquadram na classificação de resíduos classe I e são divididos em: Resíduos classe II A Não Inertes e classe II B Inertes.

Resíduos classe II A não inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B e podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe II B Inertes: São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.”

Dessa forma evidencia-se a diversidade e complexidade dos resíduos sólidos. Os resíduos sólidos de origem urbana (RSU) são aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas dos municípios, que englobam resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros), da construção civil e, finalmente, os agrícolas. Dentre os vários RSU gerados, são normalmente encaminhados para a disposição em aterros sob responsabilidade do poder municipal os resíduos de origem domiciliar ou aqueles com características similares, como os comerciais, e os resíduos da limpeza pública (ZANTA; FERREIRA, 2003).

### 2.2 COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

De acordo com a NBR 13463 a coleta de resíduos sólidos é classificada em coleta regular, em que estão incluídas as seguintes coletas: Coleta domiciliar; Coleta de resíduos

de feiras, praias e calçadões; Coleta de varredura; Coleta de resíduos dos serviços de saúde, que pelas características do veículo coletor classifica-se em hospitalar externa e ambulatorial; Coleta de resíduos com riscos para a saúde; Coleta seletiva; Coleta particular, estão incluídas neste tipo de coleta: a) coleta de resíduos industriais; b) coleta de resíduos comerciais; c) coleta em condomínios (ABNT, 1995).

O crescimento da população urbana e o estilos de vida de alto consumo, semelhantes aos dos países desenvolvidos, cinco países em desenvolvimento, nomeadamente China, Índia, Brasil, Indonésia e México estão entre as dez nações que mais geram RSU (BATISTA et al., 2021).

A coleta adequada de resíduos sólidos urbanos é uma fase importante do ciclo de resíduos, que compreende a geração, a transformação e a eliminação. As diretivas destinadas a cuidar do meio ambiente criaram condições para o estudo de problemas decorrentes da gestão de resíduos (BAUTISTA; PEREIRA, 2005).

O crescente foco na preservação do meio ambiente global levou a mudanças marcantes nas políticas municipais de gestão de resíduos em todo o mundo (FUNCHT et al., 2021). Assim, os problemas relacionados aos resíduos sólidos têm crescido nas sociedades contemporâneas, implicando a deterioração da qualidade de vida nos grandes centros urbanos. O esgotamento dos recursos naturais não ocorre isoladamente, visto que o homem é parte integrante da natureza e, portanto, sofre com toda intervenção indevida sobre ela.

Os resíduos sólidos urbanos gerados pela sociedade em suas diversas atividades quando não tem um bom gerenciamento resultam em riscos à saúde pública, provocam degradação ambiental, além dos aspectos sociais, econômicos e administrativos envolvidos na questão (SIQUEIRA, 2009). Assim, de um lado temos a necessidade de manutenção do equilíbrio dos ecossistemas da natureza, utilizando adequadamente os recursos naturais e por outro lado temos que manter a qualidade de vida urbana. O desafio é encontrar soluções que possam integrar estes dois elementos com o desenvolvimento socioeconômico sem causar poluição (OLIVEIRA, 2020).

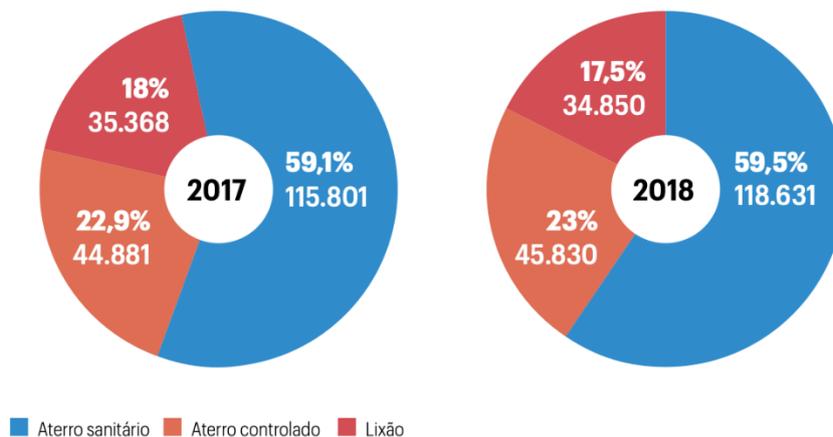
### 2.3 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A destinação dos resíduos sólidos urbanos pode constituir um grave fator de poluição ambiental, decorrente do problema do desenvolvimento urbano e industrial, visto que este último é um fator que exacerba os problemas relacionados à produção, coleta e destinação de resíduos sólidos. Quanto a destinação final dos RSU citam-se: os

Aterros Sanitários, que consiste na técnica de disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais; as estações de transbordo, que tem o objetivo imediato de armazenarem resíduos temporariamente para que sejam transferidos para caminhões maiores; a compostagem, que se trata de um processo de reciclagem da parte orgânica dos resíduos sólidos urbanos; a incineração, que é uma técnica de eliminação de resíduos por meio de sua combustão, realizado em incineradores apropriados, mantendo toda segurança necessária, sendo que a fumaça gerada deve passar por um sistema de filtragem para diminuir ao máximo a poluição do ar; a coleta seletiva e reciclagem que consiste em separar o lixo orgânico dos materiais recicláveis, que após a separação, são vendidos ou entregues a empresas ou cooperativas que os reciclam, retornando como matéria prima, gerando emprego e renda para todos que atuam no processo; e tratamentos especiais, quando após o uso, alguns objetos como o caso das pilhas, baterias, lâmpadas e eletrônicos, devem ser separados pelos consumidores e entregues em locais específicos. Empresas especializadas ou até mesmo os produtores devem retirá-los e tratá-los de forma adequada alguns tipos de lixos Estes objetos apresentam, em sua composição, elementos químicos que não devem ser descartados no meio ambiente.

De acordo com a ABRELPE (2019) a destinação do RSU para aterro sanitário em 2018 cresceu em comparação com o ano anterior, assim como reduziu a destinação para os lixões, como ilustra a figura 1. Das 72,7 milhões de toneladas de RSU coletadas no Brasil em 2018, 59,5% tiveram destinação final adequada e foram encaminhadas para aterros sanitários – uma aumento de 2,4% em relação ao ano anterior. Contudo, os lixões (23%) e aterros controlados (17,5%) ainda são significativamente utilizados e recebem mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde. No Brasil, segundo dados da ABRELPE (2022), cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos por dia no ano de 2022.

Figura 1: Destinação dos RSU no Brasil (toneladas/dia)



Fonte: ABRELPE (2019)

#### 2.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS

A população mundial tem aumentado continuamente a um ritmo acelerado. Existem mais de 7 bilhões de pessoas na era atual, a questão que acompanha este problema é a crescente quantidade de lixo, para lidar com isso, a gestão de resíduos é vista como uma das ferramentas mais eficazes na resolução do problema (PAMINTUAN, 2020). Assim, gerenciar os resíduos sólidos urbanos é uma preocupação global à medida que as populações urbanas continuam a aumentar e os padrões de consumo não mudam.

Dessa forma, gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) vem sendo preocupação em diversas áreas de estudo, tornando -se um dos grandes desafios para as cidades ao longo das próximas décadas. Os RSU englobam resíduos provenientes de atividades domésticas em residências, resíduos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, além de outros serviços de limpeza urbana. Ao longo do tempo eles sofreram alterações quantitativas e qualitativas, contudo sua gestão não acompanhou a evolução das tecnologias de produção. Dessa forma, as consequências e os impactos decorrentes desse fato são significativos tanto no meio ambiente quanto na saúde pública (SANTIAGO, 2012).

A gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) ainda é um grande desafio para os países em desenvolvimento, inclusive no Brasil, onde os municípios são os principais responsáveis pelo seu gerenciamento (NASCIMENTO et al., 2015). Frasson et al. (2022) realizaram uma análise da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos em um município em uma região chamada Amazônia Legal, zona de transição entre o cerrado e a Amazônia. Verificaram a falta de planejamento para o tratamento dos RSU, sem coleta seletiva e aterro sanitário. Assim, somente a gestão integrada de resíduos sólidos, que está

baseada em diversos princípios, podem orientar os gestores ao planejamento de ações que possibilitam a sustentabilidade ambiental, econômica e social (KLEIN; GONÇALVES-DIAS; JAYO, 2018). Para eliminar ou mitigar o RSU e manter a limpeza, Gupta (2019) sugere o uso de sistemas de gestão de resíduos baseado em inteligência artificial.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), no Brasil os sistemas de limpeza urbana coletam em torno de 150 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por dia. O desafio imposto é a o desenvolvimento sustentável e precisamos criar ferramentas capazes de prover informações que facilitem a avaliação do grau de sustentabilidade das sociedades, monitorando tendências de desenvolvimento que auxiliem na definição de metas de melhoria (POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

Em 2018 foi criado o programa Lixo Fora D'Água, como forma de contribuir para o planejamento de ações para identificar e resolver os gargalos do RSU, bem como de viabilizar soluções factíveis para os municípios brasileiros. O programa foi uma parceria, entre a ABRELPE e a Agência de Proteção Ambiental da Suécia (SEPA). A cidade de Santos-SP foi selecionada como destino das ações pioneiras de monitoramento, prevenção e combate ao lixo nas águas dos rios e mar, que avançou para 11 municípios brasileiros, além do Caribe, Costa Rica, Colômbia e República Dominicana (ABRELPE, 2021). A tabela 1, ilustra os itens mais encontrados nos rios e mar, identificados pelo programa lixo fora d'água.

Tabela1: Itens coletados nas amostras do programa lixo fora d'água

N°	Material	Tipo de resíduo	Quantidade	
1	Plástico	Fragmentos de plástico moles e rígidos	4.454	26,6%
2	Papel e papelão	Bitucas de cigarro (acetato de celulose)	2.849	17,0%
3	Plástico	Pellets (esferas plásticas)	1.300	7,8%
4	Isopor	Isopor liso e granulado (inteiros e fragmentados)	1.336	8,0%
5	Plástico	Tampas de garrafas e recipientes, lacres e argolas	841	5,0%
6	Plástico	Talheres descartáveis	423	2,5%
7	Plástico	Hastes de cotonetes e pirulitos	409	2,5%
8	Plástico	Tubos de eppendorf	382	2,3%
9	Papel e papelão	Papel (incluindo jornais e revistas)	339	2,0%
10	Metal	Lacres e tampas de garrafas e recipientes	255	1,5%
11	Outros	Embalagem laminada de alimento	241	1,4%
12	Vidro e cerâmica	Fragmentos de vidro	167	1,0%
13	Plástico	Sacolas plásticas (inteiras e fragmentadas)	159	1,0%
14	Madeira	Palitos de sorvete, garfos de madeira, hashi e palitos de madeira	147	0,9%
15	Plástico	Garrafas PET	135	0,8%

Fonte: ABRELPE (2021)

Os itens apresentados na tabela 1 representam 80,3% dos resíduos sólidos que vão para o mar na costa brasileira. Um estudo em parceria com a Universidade de Leeds, no Reino Unido, no âmbito do Programa Lixo Fora D'Água, permitiu estimar que cerca de 690 mil toneladas de resíduos plásticos tenham como destino os corpos hídricos, todos os anos no Brasil (ABRELPE, 2021).

Existem ferramentas para avaliar os impactos ambientais como a ACV – Análise de Ciclo de Vida e suas versões para a área econômica - AECV e a social - ACVS. Mattos et al. (2022) realizaram um breve estudo sobre como estas ferramentas estão sendo aplicadas ao gerenciamento de RSU, indicando que são pouco exploradas, mas podem fornecer informações relevantes para a tomada de decisão nos planejamentos estratégicos dos gestores dos municípios.

### 3 CONCLUSÃO

Novas tecnologias de coleta de resíduos sólidos urbanos domésticos buscam não somente incorporar inovação ao processo, mas também garantir condições posteriores para que aqueles resíduos possam ser transformados em novo material para retornar à cadeia produtiva, como insumo de valor e mudar a forma e a intensidade como utilizamos os recursos naturais não renováveis. Essa transformação é necessária e movimentaria uma grande cadeia de benefícios até a total despoluição de nossas águas. Contudo, esta transformação ainda necessita de grandes avanços, tanto em relação às tecnologias que permitam esse ciclo de recuperação do valor, como também nos modelos de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Sendo assim, percebe-se que a coleta de resíduos sólidos urbanos domésticos, pode ser além de um projeto de engenharia, ser também um passo inicial para melhorar nosso país em questões importantes, como buscar a formação de uma população mais consciente no descarte dos resíduos sólidos urbanos, melhorando não somente o sistema de coleta, mas o meio ambiente, de modo que tenhamos uma percepção da importância do descarte correto dos resíduos gerados, e conseqüentemente que as futuras gerações tenham uma visão mais aprimorada de suas atitudes do dia a dia, em novos hábitos e uma cultura de conscientização e responsabilidade sobre a produção de resíduos.

A gestão de resíduos é um serviço de utilidade pública essencial, que deve assumir maior protagonismo no planejamento estratégico do desenvolvimento das cidades, das empresas, com vistas ao pleno retorno e aproveitamento dos produtos pós uso, estabelecendo um processo bem definido de recuperação de valor, para que seja

transformado em matéria-prima secundária, ou nova fonte de energia e combustíveis, de modo que o planeta encontre um ciclo virtuoso de produção.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA, NBR 10004:2004. 2004., 31 maio 2004.
- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 13463, setembro 1995. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13463-Coleta-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.
- ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2018/2019, 2019. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/>. Acesso em: 17 de janeiro de 2023.
- ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2021, 2021. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/>. Acesso em: 17 de janeiro de 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. 2010. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/26263536/artigo-18-da-lei-n-12305-de-02-de-agosto-de-2010>. Acesso em: 11 out. 2021.
- BATISTA, M.; CAIADO, R. G. G.; QUELHAS, O. L. G.; LIMA, G. B. A.; LEAL Filho, W.; YPARRAGUIRRE, I. T. R. A framework for sustainable and integrated municipal solid waste management: Barriers and critical factors to developing countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 312, n. 20, p. 1-14, 2021.
- BAUTISTA, J.; PEREIRA, J. Modeling the problem of locating collection areas for urban waste management. An application to the metropolitan area of Barcelona. **Omega**, v. 34, n. 6, p. 617-629, 2005.
- CHAVES, I. R. Benefícios sociais, econômicos e ambientais a partir da gestão de resíduos sólidos urbanos: uma estimativa para o Rio Grande do Sul. 2012. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Católica do Rio Grande Do Sul, 2012.
- DI MARIA, F.; MICALE, C.; MORETTINI, E.. Impact of the pre-collection phase at different intensities of source segregation of bio-waste: An Italian case study. **Waste Management**, p. 1-10, 25 abr. 2016.
- FRASSON, A. C.; SILVA, E. L.; FEISTEL, J. S.; DOMINGOS, R. M. A.; SCHNEIDER, K. W. S. Gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do município de Sinop-MT, **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.7, p.50213-50230, 2022.
- FERRÃO, C. C.; MORAES, J. A. R.. Análise dos riscos ambientais e de acidentes de trabalho em serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 1, 2021.

FERRAZ, J.L. Modelo para avaliação da gestão municipal integrada de resíduos sólidos urbanos. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.2008.

FUNCHT, O. I.; MARHAUG, R.; KOHTALA, S.; STEINER, M. Detecting glass and metal in consumer trash bags during waste collection using convolutional neural networks, **Waste Management**, p. 30-38, 2021.

GUPTA, P. K. The Use of Modern Technology in Smart Waste Management and Recycling: Artificial Intelligence and Machine Learning. **Recent Advances in Computational Intelligence**, p. 173-188, 2019.

HEMPE, C.; NOGUERA, J. O. C.. A educação ambiental e os resíduos sólidos urbanos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 682-695, 2012.

HENRY, R. K.; YONGSHENG, Z.; JUN, D.. Municipal solid waste management challenges in developing countries–Kenyan case study. **Waste management**, v. 26, n. 1, p. 92-100, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico - 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9662-censo-demografico-2010.html?t=destaques>. Acesso em: dez 2021.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; JAYO, M. Municipal solid waste management in the municipalities of the Alto Tietê Basin: an analysis of the use of ICT in the access to government information. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, p. 140-173, 2018.

LAURIERI, N.; LUCCHESI, A.; DIGIESI, S.. A Door-to-Door Waste Collection System Case Study: A Survey on its Sustainability and Effectiveness. **Sustainability**, v. 12, n. 14, p. 1-24, 2020.

MATTOS, F. V.; PINHO, G. C. S.; RAMALHO, J. C. M.; CALMON, J. L.; SIMAN, R. R. A gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos com base na ACV, AECV e ACVS: perspectivas e caminhos para o Brasil e países em desenvolvimento, **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p.22763-22774, 2022.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, p. 1-14, 2015.

OLIVEIRA, W. J. F. “LIXO”, Limpeza Urbana e Educação Ambiental na Implantação da Coleta Seletiva de Lixo em Porto Alegre. **Illuminuras**, p. 181-214, 2020.

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, p. 411-420, 2009.

RIPA, M.; FIORENTINO, G.; VACCA, V.; ULGIATI, S. The relevance of site-specific data in Life Cycle Assessment (LCA). The case of the municipal solid waste management in the metropolitan city of Naples (Italy). **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 445-460, 2017.

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a gestão dos resíduos sólidos, Disponível em: <<https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/>>. Acesso em 17 de janeiro de 2023.

SIQUEIRA, M. M. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência saúde coletiva**, p. 1-8, 2009.

VELLOSO, M. P.; SANTOS, E. M. dos; ANJOS, L. A. dos. Processo de trabalho e acidentes de trabalho em coletores de lixo domiciliar na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, p. 693-700, 1997.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. AB de Castilho Júnior (Coordenador), Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2003.