

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

***CAMPUS* LAGOA DO SINO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**JULIANA NORONHA PRIMITZ**

**GESTÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM DIFERENTES  
CONTEXTOS**

BURI/SP

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

***CAMPUS LAGOA DO SINO***

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**GESTÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM DIFERENTES  
CONTEXTOS**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Ambiental da Universidade Federal de  
São Carlos para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anne Alessandra Cardoso Neves

BURI/SP

2022

Primitz, Juliana

Gestão Adequada de Resíduos Sólidos em Diferentes Contextos / Juliana Primitz -- 2022.  
48f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,  
campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Anne Alessandra Cardoso Neves

Banca Examinadora: Beatriz Cruz Gonzales, Yovana

María Barrera Saavedra

Bibliografia

1. Gestão de resíduos sólidos. 2. Gestão de resíduos sólidos urbanos. I. Primitz, Juliana. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

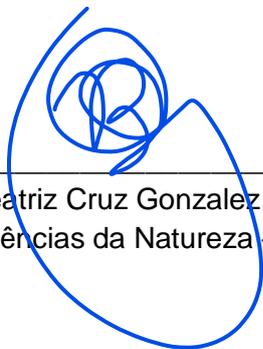
**Folha de Aprovação**

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da candidata **Juliana Noronha Primitz**, realizada em 12/04/2022:

Documento assinado digitalmente  
 ANNE ALESSANDRA CARDOSO NEVES  
Data: 13/04/2022 18:43:47-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Profª Drª Anne Alessandra Cardoso Neves – Orientadora  
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino.



---

Profª Drª. Beatriz Cruz Gonzalez  
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente  
 YOVANA MARIA BARRERA SAAVEDRA  
Data: 26/04/2022 18:45:45-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Profª Drª. Yovana María Barrera Saavedra  
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO – TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	9
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	11
2.3 GESTÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	12
2.4 MÉTODOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS.....	14
2.4.1 ATERROS SANITÁRIOS.....	14
2.4.2 ATERROS CONTROLADOS.....	15
2.4.3 LIXÕES.....	16
2.5 MÉTODOS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
2.5.1 RECICLAGEM.....	17
2.5.1.1 RECICLAGEM ARTESANAL.....	19
2.5.1.2 RECICLAGEM POR SEPARAÇÃO DE EMBALAGENS CARTONADAS.....	20
2.5.2 COMPOSTAGEM.....	20
2.5.2.1 COMPOSTAGEM CENTRALIZADA.....	21
2.5.2.2 COMPOSTAGEM DESCENTRALIZADA.....	22
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 GERAIS.....	23
3.2 ESPECÍFICOS.....	24
<b>4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>

5.1 METODOLOGIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS.....	25
5.2 QUALIDADE ATRELADA AOS MÉTODOS.....	34
5.3 COMPARAÇÕES ENTRE AS ESTRATÉGIAS.....	35
5.4 PROLIFERAÇÃO DE DOENÇAS RELACIONADA A MÁ GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	39
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## RESUMO

O Brasil conta com mais de 200 milhões de habitantes, que produzem lixo todos os dias, e a destinação final desses resíduos é uma questão de política pública. Atualmente, não é coletado todo o volume desse resíduo produzido, e a porcentagem coletada também não é totalmente destinada aos locais ambientalmente adequados de descarte. As consequências disto refletem diretamente na qualidade ambiental e também na saúde da população, visto que o resíduo, se descartado de forma inadequada, pode causar contaminações e poluição ao meio ambiente, além de proliferarem vetores que transmitem doenças para os seres humanos e animais. Existem diferentes tipos de gestão de resíduos, dentre os quais destacam-se os aterros sanitários, a compostagem e a reciclagem, objetos de estudo da presente pesquisa. Estas três metodologias de gestão são consideradas as mais adequadas em relação à geração de impactos ambientais e sociais, pois quando operadas de forma correta não apresentam danos significativos ao meio ambiente e à população. Diante do cenário atual de captação, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no país, foi possível constatar que este ainda pode incrementar cada vez mais suas políticas públicas de gestão de resíduos, para que possa atender toda a população de forma satisfatória, e destinar a maior quantidade de resíduos coletados para os destinos finais mais sustentáveis de cada um.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Aterros sanitários. Compostagem. Reciclagem.

## **ABSTRACT**

Brazil surpasses 200 millions citizens that produce trash everyday, and final destination of this waste is a public politic question. Currently, all volume of this trash produced is not complete collected, and collected percentage is not totally allocated for environmentally correct discard place. The consequences of this directly reflects on environment quality, and also on population health, since garbage, if incorrectly discarded, can cause contaminations and environment pollution, besides proliferate vectors that transmit illnesses for human beings and animals. There are different types of waste management, among which sanitary landfills, composting and recycling stand out, objects of study of this research. These three management methodologies are considered the most appropriated in question of environmental and social impacts generation, because when correctly operated they do not present significant damage for environment and population. Given current scenario of solid waste collection, treatment and final destination in the country, it was possible to verify that it can still improve its public policies for waste mangement public policy, so it can meet the entire population satisfactorily, and allocate the largest amount of waste collected for each one's most sustainable final destinations.

**Key-words:** Solid waste. Landfills. Compost. Recycling.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que conta com mais de 200 milhões de habitantes. Estes, por sua vez, podem gerar em torno de um quilograma de resíduos sólidos urbanos por dia cada um, resultando em média 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos a cada ano (SOUZA, 2019). Estes resíduos são dispostos em lixões, aterros controlados, aterros sanitários, ou, então, de forma inadequada no meio ambiente (ANTENOR, 2020).

Os inúmeros pontos de descarte de resíduos irregulares no país, como terrenos baldios, matas, rios, entre outros, acontecem devido a falta de consciência da população em realizar o descarte correto de resíduos para tratamento ou disposição final, fazendo com que sejam gerados diversos problemas ambientais e sociais relacionados à falta de tratamento dos mesmos.

Alguns destes problemas referem-se à proliferação de diversas doenças e a consequente contaminação de seres humanos através de diferentes vetores. São chamados de vetores os seres vivos que, ao terem contato com o lixo e com o local em que ele se encontra, acabam carregando e transmitindo diferentes tipos de organismos patogênicos prejudiciais aos seres humanos. Exemplos de vetores são ratos, moscas, baratas e mosquitos (UFSJ, [s/d]).

A dengue pode ser citada como uma dessas doenças. Transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, se mostra preocupante, pois pode chegar a atingir centenas de milhares de pessoas por ano no Brasil, levando milhares delas à óbito. Somente no ano 2019 foram registrados mais de um milhão de casos no país (OPAS, 2020).

Esta doença pode estar diretamente ligada à falta de tratamento e disposição final incorreta de resíduos sólidos, pois essas situações encontram-se como ambientes propícios para o acúmulo de água, favorecendo para que as larvas do mosquito se reproduzam e se desenvolvam (MOL *et. al.*, 2020).

A situação da grande produção de resíduos e dos problemas relacionados ao descarte inadequado pode ser considerado um reflexo do aumento populacional e da crescente urbanização, sendo que as populações economicamente mais carentes são as que mais sofrem com doenças

relacionadas a estas situações. Devido à falta de poder aquisitivo, muitos não têm a oportunidade de, por exemplo, conseguirem habitações em locais que sejam distantes à sujeira de lixões e aterros, e também em locais em que exista sistema de saneamento básico adequado e coleta de resíduo eficiente (MOL *et. al.*, 2020).

No ano 2019 foi criado, pelo governo federal, o programa Lixão Zero, com o intuito de eliminar lixões ainda ativos no país e dar suporte aos municípios em relação a soluções mais adequadas de destinação final de resíduos sólidos. Deste ano para 2020, o programa já conseguiu reduzir em 17% a quantidade de lixões existentes no Brasil, passando de 3257 para 2707 segundo informações levantadas pela Associação Brasileira de Tratamento de Resíduos e Afluentes (ABTRE) (BRASIL, 2021).

Já de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) (BRASIL, 2021), atualmente existem no Brasil 2612 lixões a céu aberto em atividade, sendo 98 na região Sul, 356 na região Sudeste, 342 na região Centro-Oeste, 390 na região Norte e 1426 concentrados na região Nordeste.

Existem diversas soluções sustentáveis para o problema do acúmulo e aumento do volume de resíduo, e duas serão tratadas ao longo do trabalho, são elas a reciclagem e a compostagem, que podem ser realizadas de forma individual ou coletiva pelos cidadãos, ou então por empresas especializadas. De acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, de 2019, existem no Brasil 1163 unidades de triagem do lixo. Estas consistem em galpões ou usinas que realizam a separação dos materiais que serão destinados à reciclagem ou ao aterro sanitário. Ainda segundo o diagnóstico existem 73 unidades de pátios ou usinas que realizam compostagem de resíduos sólidos orgânicos (SNIS, 2019).

Devido à quantidade de resíduos gerada por milhões de brasileiros todos os dias, o país enfrenta um grande desafio quando se trata da gestão adequada dos resíduos sólidos. Esta é uma questão que abrange tanto a preservação ambiental, quanto a saúde da população.

O presente trabalho busca abordar um tema muito relevante estudado ao longo da graduação em Engenharia Ambiental, a gestão de resíduos

sólidos. Segundo dados do Governo Federal, o Brasil é um dos maiores produtores de resíduos sólidos do mundo, e estes não são 100% geridos da forma adequada. Parte destes ainda acaba sendo destinada a ambientes ou lixões a céu aberto, a rede de esgotos, entre outros. Deste modo, é imprescindível que sejam adotadas medidas cada vez mais eficientes sobre como dispor ou tratar os resíduos de forma adequada, para que, assim, sejam minimizados os impactos ambientais, e também casos como os de doenças relacionadas à má gestão de resíduos. Portanto, estudos sobre métodos adequados de gestão de resíduos se fazem necessários para a ampliação de conhecimentos e informações sobre o assunto (IPEA, 2021).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS**

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2013) resíduos sólidos podem ser definidos como materiais heterogêneos, sejam eles inertes, minerais ou orgânicos, gerados a partir de atividades de seres humanos e da natureza, e que podem ser utilizados parcialmente, protegendo, de certa forma, a saúde pública e economizando recursos naturais.

Segundo a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, é resíduo sólido:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Estes materiais podem ser restos de alimento, madeira, podas, trapos, papel, plástico, metal, entre outros, originários de residências, indústrias, construção civil, agricultura, comércio, portos, aeroportos, rodoviárias, hospitais, etc. Quando gerenciados de maneira inadequada no meio ambiente,

oportunidades de obtenção de renda com o tratamento correto deles são desperdiçadas, além de representarem riscos à natureza e saúde humana e causarem o deterioramento das paisagens (BRASIL, 2013).

Já de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos podem ser definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

E ainda, de acordo com a mesma norma podem ser classificados em duas classes, que seriam perigosos e não perigosos, sendo os não perigosos classificados como inertes e não inertes, como seguem definições abaixo.

a) Resíduos de classe I: Perigosos

São aqueles que, em detrimento de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, como toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam riscos à saúde da população, podendo provocar doenças ou mortes, ou riscos a qualidade ambiental, quando não gerenciados de forma adequada.

b) Resíduos de classe II: Não perigosos

IIA – não inertes: resíduos que apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

IIB – inertes: resíduos que, em temperatura ambiente, quando em contato com água destilada ou deionizada não tiverem seus compostos solubilizados em concentrações acima dos padrões de potabilidade da água.

A crescente quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente no

país, consequência do aumento populacional, tem apresentado uma série de problemas ligados à dificuldade de implementar soluções adequadas para a disposição final dos mesmos (USP, [s/d]).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018), das 79 milhões de toneladas de resíduo geradas pelas cidades do país, 92% desses resíduos foram coletados, sendo que apenas 59,9% deste valor foram destinados a aterros sanitários (aproximadamente 43,4 milhões de toneladas), 40,5% foram despejados de forma inadequada em aterros controlados e lixões. Em média 6,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos sequer foram coletadas, sendo depositadas sem controle algum no meio ambiente.

## **2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Resíduos sólidos urbanos (RSU's) são aqueles resíduos domiciliares gerados a partir de atividades domésticas nas residências, e também os de atividades de limpeza urbana, como resíduos de varrição, limpeza de logradouros e ambientes públicos (IPEA, 2021). Em média, a composição destes resíduos é de 50% de matéria orgânica, 25% de papel/papelão, 3% de plástico, 2% de metal e 16% de outros (BONNECARRERE, 2017).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui que os resíduos sólidos urbanos são resultado da junção dos resíduos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana.

**Resíduos Domiciliares:** Originários de atividades domésticas em residências urbanas;

**Resíduos de limpeza urbana:** Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

Já os resíduos sólidos comerciais podem ser classificados e definidos como:

**Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços:** os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos de limpeza urbana,

resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transporte.

Também de acordo com esta lei, os resíduos devem ter uma ordem de prioridade em gerenciamento, que seria: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Ainda, as diretrizes nacionais para o saneamento básico, Lei nº 11.445/2007, estabelece que, em relação aos resíduos provindos de atividades comerciais, industriais e de serviços, caso a responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado como resíduo sólido urbano.

Em todo o país, estima-se que, em 2019, 65,11 milhões de toneladas de resíduos foram coletadas, uma média de 178,4 mil toneladas a cada dia em todos os municípios e aproximadamente 0,99 Kg per capita por dia (SNIS, 2019).

### **2.3 GESTÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

A gestão adequada de resíduos sólidos pode ser compreendida como ações que incluem a coleta, o transporte, a disposição, o tratamento e a destinação final corretas e ambientalmente adequadas dos substratos produzidos por residências, empresas e órgãos públicos e privados (SEBRAE, 2012). A reciclagem e compostagem são métodos adequados de tratamento dados a alguns tipos de resíduos (SILVIA, et al., 2004).

Diminuir a quantidade de resíduo gerada é parte fundamental para a preservação e conservação do meio ambiente. Tais ações podem ser realizadas a partir da incorporação de mudanças feitas desde a fabricação do produto até seu nível de consumo e durabilidade do mesmo (SILVIA, et al., 2004).

Os resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados, têm como melhor opção de destino os aterros sanitários. Estes locais representam uma técnica de disposição final (aterramento) de resíduos sólidos no solo, de

maneira a não causar riscos à saúde e segurança públicas, minimizando, também, os impactos ambientais de acordo com o método de disposição no solo e sua contínua manutenção (PORTELLA, RIBEIRO, 2014).

O Brasil conta com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que objetiva principalmente:

- 1) proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- 2) não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- 3) estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- 4) adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- 5) redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- 6) incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- 7) gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Este Plano consiste na elaboração de diagnósticos da situação atual dos resíduos sólidos no país, havendo proposição de cenários macroeconômicos e internacionais, apresenta metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, que visam diminuir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para os aterros sanitários. Além disso, o Plano também conta com a elaboração de metas para o aproveitamento dos gases gerados nos locais de disposição final dos resíduos sólidos e para a eliminação e

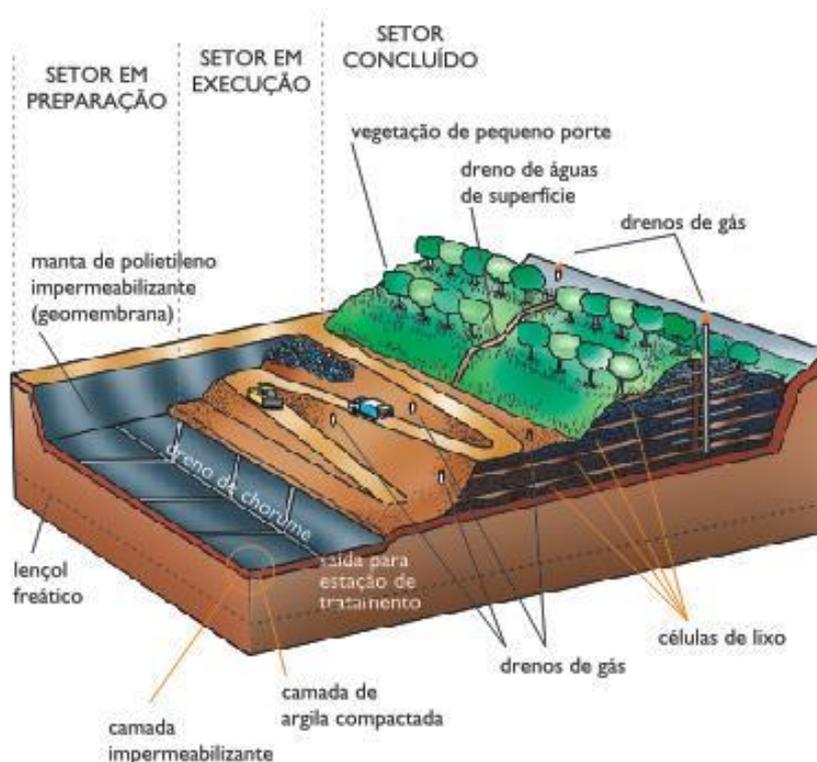
recuperação de lixões.

## 2.4 MÉTODOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS

### 2.4.1 ATERROS SANITÁRIOS

Aterros sanitários, como mostra a Figura 1, são espaços em que o resíduo é depositado sobre um terreno isolado do ambiente e de forma ordenada, sendo este recoberto por camadas de solo. O objetivo deste local não é o tratamento do lixo nele depositado, configura-se principalmente como uma forma de armazenamento de resíduos sólidos no solo, o que de certa forma não é a alternativa de descarte mais indicada, visto que os resíduos permanecerão compactados no solo até sua total decomposição, que dependendo do tipo de material, pode demorar até milhões de anos (CETESB, 2020).

Figura 1 – Esquema de funcionamento de um aterro sanitário.



Fonte: (ANDRADE, R., 2018).

O aterro sanitário tem como principal função a melhoria das condições sanitárias consequentes do descarte de resíduos sólidos, e sua operação se

baseia de forma a proteger o meio ambiente contra a contaminação de lençóis freáticos e águas subterrâneas pelo chorume, um líquido escuro e mal cheiroso de alta carga poluidora gerado através da decomposição de materiais orgânicos. Além disto, o aterro também evita a acumulação de biogás no interior do mesmo, resultado, este, da decomposição anaeróbia dos resíduos, que pode ser lançado na atmosfera de maneira descontrolada, ou então infiltrar no solo chegando às redes de esgoto, fossas ou poços artesianos, com o perigo de causar explosões (CETESB, 2020). Segundo as normas NBR 8419 e NBR 8849, os gases produzidos devem ser captados e tratados, assim como o chorume, de acordo com a norma NBR 8419 (GOIÁS, [s/d]).

Nestes locais, todo o lixo é depositado em uma vala com solo previamente compactado e recoberto por uma manta impermeabilizadora, que sobre ela também são instaladas canaletas e despejada uma camada de brita, que servirá para o esgotamento e futuro tratamento do chorume; e sobre o lixo, que deve ser compactado, é adicionado camada de terra prensada, que é alternada com camadas de resíduos até total preenchimento da vala (ALMEIDA, ANGELIS, 2016).

Algumas das principais características do aterro sanitário são a impermeabilização da base do aterro, podendo ser feita, por exemplo, com argila, fazendo com que seja evitado o contato do chorume com os lençóis subterrâneos; instalação de drenos de gás, que são canais de saída do biogás do interior do aterro, podendo este gás ser utilizado para aproveitamento energético; sistema coletor de chorume, feito na base do aterro, destinando o chorume a lagoas impermeabilizadas em seu contorno, ou então para tanques fechados de armazenamento; sistema de tratamento para o chorume, que pode ser realizado no próprio aterro ou em estações de tratamento de esgoto, através de tratamentos biológicos, químicos ou por oxidação; e sistema de drenagem de águas pluviais, que de maneira simples é a captação e drenagem das águas da chuva para locais apropriados, evitando a infiltração no aterro e consequente aumento da geração do chorume.

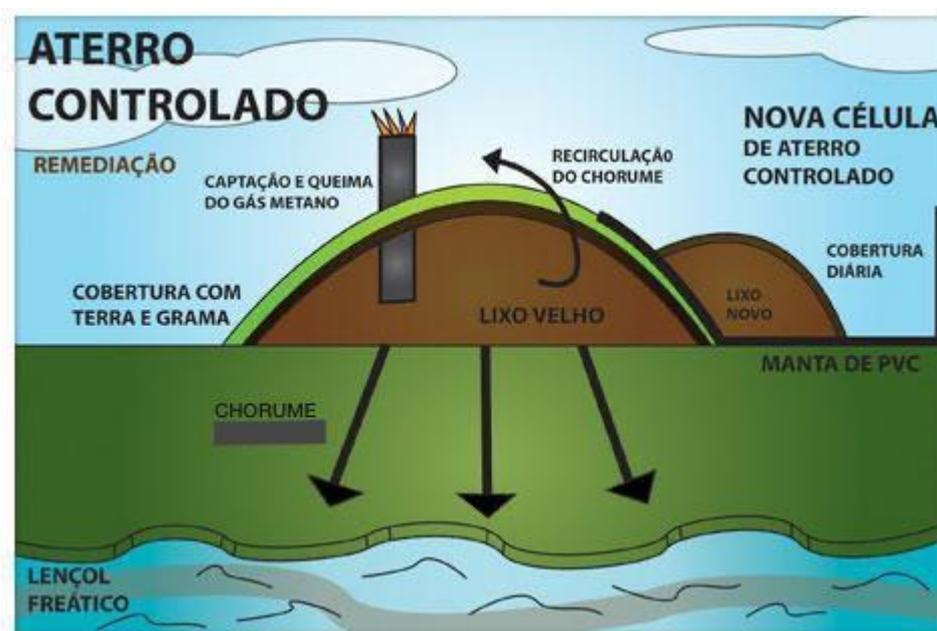
#### **2.4.2 ATERROS CONTROLADOS**

Aterros controlados são locais onde o resíduo depositado é recoberto por camadas de terra. Essa ação minimiza riscos de problemas para a

natureza e a saúde pública, entretanto, nestes tipos de aterros não há qualquer controle sobre os impactos que o resíduo possa gerar ao meio ambiente, a decomposição do material orgânico gera o chorume e gases poluentes, que contaminam os solos e as águas e poluem a atmosfera (FERNANDES, D. A., 2019).

Atualmente no país, é registrado 580 unidades de aterro controlado, e destes, 41 localizam-se na região Norte, 80 no Nordeste, 379 no Sudeste, 43 no Sul e 37 no Centro-Oeste (SNIS, 2019). A seguir é apresentado, na Figura 2, um esquema ilustrado de como se dá o funcionamento de um aterro controlado.

Figura 2 – Esquema de funcionamento de um aterro controlado.



Fonte: Adaptação (Prefeitura de Assú, 2018).

### 2.4.3 LIXÕES

Lixões são áreas em que o resíduo é depositado no solo sem qualquer tratamento. Neles, o resíduo pode ser queimado a céu aberto ou simplesmente sofrer a decomposição ao longo do tempo. Este tipo de atividade é causadora de diversos problemas relacionados ao meio ambiente e, conseqüentemente, à sociedade (AMORIM, et al. 2010).

Assim como no caso dos aterros controlados, os principais problemas relacionam-se à emissão direta de poluentes na atmosfera, podendo ser eles poluentes orgânicos persistentes (POP's) e compostos orgânicos voláteis

(COV's), à produção de chorume e infiltração deste no solo, contaminando solos e lençóis freáticos. Além disso, há a questão dos animais que se alimentam do resíduo destes locais, fazendo com que estes poluentes sejam transferidos à cadeia alimentar (ABRELPE, 2015). A Figura 3 abaixo mostra a situação de um lixão, com pessoas trabalhando em meio à sujeira.

Figura 3 – Lixão a céu aberto.



Fonte: (Centro de Liderança Pública, 2017).

## 2.5 MÉTODOS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Existem diferentes métodos disponíveis para tratamento de resíduos sólidos, como reciclagem, compostagem, incineração, incineração com recuperação energética, tratamento bioquímico, biodigestão, entre outros. A escolha entre os métodos se dá principalmente em relação ao custo de cada tratamento (BONNECARRERE, 2017). No presente estudo foram abordadas as técnicas de tratamento de reciclagem e compostagem.

### 2.5.1 RECICLAGEM (FERREIRA, et al., 2020)

A reciclagem consiste na separação de materiais recicláveis dos resíduos orgânicos e rejeitos. Este método de tratamento de resíduos surgiu de acordo com a necessidade de preservação dos recursos naturais e diminuição dos resíduos. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), do volume total de resíduos sólidos urbanos gerado por ano no país, 30% a 40% dos resíduos têm potencial para reaproveitamento e reciclagem, e

em média apenas 13% deste valor é destinado para a reciclagem (GRISA, CAPANEMA, [s/d]).

É indicada pois diversos resíduos sólidos apresentam um tempo de decomposição muito alto, podendo ser de meses até milhares de anos, como mostrado na Tabela 1 abaixo. Os métodos de reciclagem variam de acordo com os tipos de materiais a serem reciclados, e a separação dos materiais recicláveis dos resíduos pode acontecer de forma manual ou por processos mecanizados. Entre estes materiais estão o papel, plástico, papelão, metal, madeira, vidro, entre outros (PALHACI, 2012).

Tabela 1 – Tempo de decomposição dos principais materiais presentes em resíduos sólidos.

Material	Tempo de decomposição
Papel	03 a 06 meses
Plástico	Mais de 100 anos
Metal	Mais de 100 anos
Vidro	4000 anos

Fonte: Adaptação (Prefeitura de Farroupilha, [s/d]).

O plástico é um material que possui grande potencial para reciclagem, seja sobre a forma de filme (exemplo: sacos plásticos) ou forma rígida (exemplo: tubos), pois conta com tecnologias para seu aproveitamento. Este pode ser reciclado através dos processos (PALHACI, 2012):

- Mecânico: combinações de processos operacionais, os quais aproveitam o material descartado e os transformam em grânulos para a fabricação de outros produtos;
- Químico: processo tecnológico no qual se realiza a conversão do resíduo plástico em matérias primas petroquímicas básicas;
- Energético ou quaternário: recuperação da energia contida nos resíduos plásticos durante uma incineração realizada em altas temperaturas.

No processo de reciclagem do papel, são aplicados procedimentos os quais recuperam as fibras celulósicas deste para incorporar na fabricação de papéis novos, e conforme sucessivas reciclagens, o resultado final do papel aparenta-se menos nobre que o original. Este processo acontece da seguinte forma: separa-se o papel dos resíduos, em seguida aplica-se banho de detergentes e solventes para retirar a coloração e tintas, transforma-se este em uma pasta, remove-se as impurezas com lavagens sucessivas, e o material obtido é misturado ao cloro para conceder a coloração branca (PALHACI, 2012).

Alguns exemplos de materiais recicláveis são: caixas/embalagens de papelão, revistas, jornais, rascunhos e embalagens longa vida. Já alguns dos não recicláveis são: papel higiênico usado, papel carbono, papel de fotos e fitas/etiquetas adesivas (PALHACI, 2012).

O método de reciclagem, apesar de ser um processo que apresenta muitos benefícios para a natureza, envolve um gasto energético no reprocessamento do material, em alguns casos o reprocessamento não é financeiramente indicado, pois o custo pode ser superior ao valor gasto pela produção desde a matéria prima virgem (PESSÔA, 2018).

Neste estudo serão tratadas as técnicas de reciclagem artesanal e reciclagem por separação de embalagens cartonadas.

#### **2.5.1.1 RECICLAGEM ARTESANAL**

A partir da intensificação da conscientização ambiental e a busca por equilíbrio e respeito entre produção e meio ambiente no século XXI, a reciclagem alia-se à arte na intenção de reaproveitar materiais através de variadas formas artísticas, dando origem a diversos tipos de produtos e objetos reciclados.

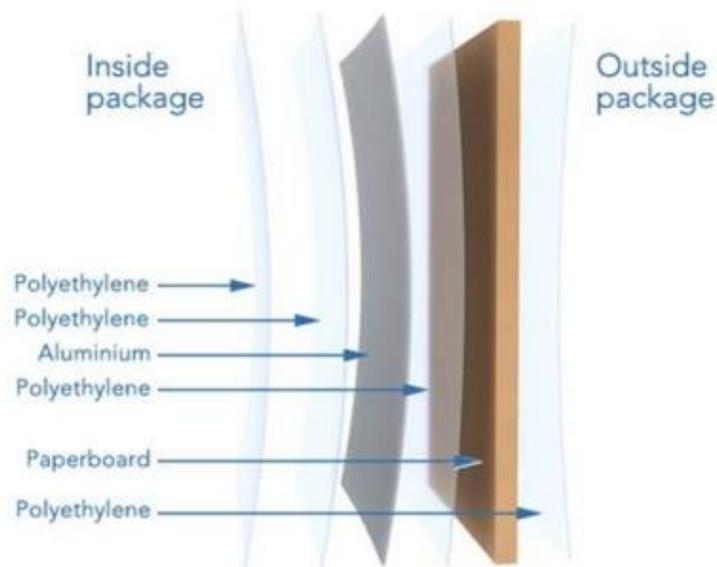
A reciclagem artesanal consiste na produção de novos produtos sem que haja a separação dos componentes das embalagens, dando origem, por exemplo, a materiais decorativos, uma vez que estas embalagens apresentam propriedades físicas e químicas que as tornam duráveis. Ela é feita principalmente de forma manual, e pode ser uma fonte de renda para inúmeras

famílias.

### 2.5.1.2 RECICLAGEM POR SEPARAÇÃO DE EMBALAGENS CARTONADAS

As embalagens cartonadas são compostas por papel-cartão (75%), polietileno (20%) e alumínio (5%), e dispostas em camadas de dentro para fora da embalagem da seguinte maneira: duas camadas de polietileno, uma de alumínio, uma de polietileno, uma camada grossa de papel-cartão e uma de polietileno, totalizando seis camadas, apresentadas no esquema da Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Ilustração representativa das camadas de uma embalagem do tipo cartonada asséptica.



Fonte: (FERREIRA, et al. 2020).

Para o processo de separação dos componentes, as embalagens devem ser destinadas a uma indústria especializada, que fará a separação de maneira a retirar o papel do polietileno e alumínio, para posteriormente converter o papel-cartão em produtos de papel e o polietileno e alumínio em objetos como quadros, placas de telhado, etc.

### 2.5.2 COMPOSTAGEM (SIQUEIRA, et al., 2015)

No intuito de diminuir o volume de resíduos e estimular o

aproveitamento econômico destes, além da coleta seletiva e posterior reciclagem como citado anteriormente, existem no mercado algumas tecnologias para tratamento de resíduos orgânicos, que representam mais de 50% de todo o resíduo sólido urbano no país. A mais utilizada é a compostagem, embora ainda pouco adotada no Brasil (GRISA, CAPANEMA, [s/d]).

Este processo consiste em um método natural de decomposição de matéria orgânica vegetal ou animal. Gera um composto orgânico, chamado de adubo orgânico, que pode ser utilizado em hortas e plantações, e as plantas e o solo podem se beneficiar de sais minerais, nutrientes e húmus.

### **2.5.2.1 COMPOSTAGEM CENTRALIZADA**

#### **- USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM (UTC'S)**

As UTC's são empreendimentos privados ou públicos, compostas por um pátio para recepção de resíduos; uma central de triagem, que possui uma esteira de triagem e equipamentos para separação dos rejeitos; um pátio de compostagem; aterros para rejeitos; e um sistema de tratamento do chorume produzido.

A separação dos resíduos é realizada na esteira de triagem e o grau desta se dá de acordo com a quantidade, eficiência dos funcionários responsáveis e com a velocidade da esteira, e ainda quanto menor for a velocidade, mais eficiente será a triagem.

#### **- USINAS DE ADUBO ORGÂNICO (UAO'S)**

Neste estudo, os autores denominaram como usinas de adubo orgânico os empreendimentos que focam na fabricação do composto orgânico ou adubo organomineral, e que geralmente recebem apenas resíduos orgânicos limpos, de maneira a priorizar a qualidade do produto final.

De maneira geral, esses locais visam obter, em menor tempo e espaço possíveis, um produto final que se enquadre nos requisitos legais e que atendam as necessidades do solo e das plantas.

## **2.5.2.2 COMPOSTAGEM DESCENTRALIZADA**

### **- COMPOSTAGEM INSTITUCIONAL**

Este sistema é um método de compostagem que pode ser desenvolvido por instituições de ensino e educação, empresas privadas ou órgãos públicos. Estes locais têm a função de dimensionar o pátio de armazenagem de resíduos, planejar o fluxo de tratamento destes e operar o sistema.

### **- COMPOSTAGEM DOMICILIAR**

A compostagem domiciliar representa aquela que todos podem realizar dentro de suas próprias casas. As composteiras domésticas possuem um custo muito baixo de fabricação e um mecanismo extremamente fácil de ser montado, trabalham com o processo de degradação dos resíduos orgânicos em condições aeróbias, e são montadas basicamente em três níveis. Como observado na Figura 5 abaixo, o primeiro nível representa a coleta do chorume gerado na composteira, que pode ser utilizado para irrigar plantas, o segundo nível será o que coleta o composto orgânico (adubo), e no terceiro nível é depositado o resíduo orgânico descartado de forma uniforme. Entre o segundo e terceiro nível, podem ser adicionadas minhocas, que enriquecerão ainda mais o adubo gerado pela composteira (EMBRAPA, 2014) .

Figura 5 – Esquema ilustrativo da montagem de uma composteira.

**Primeiro balde:** Na lateral inferior do balde, faça um furo grande para inserir a torneira (ela servirá para retirar o chorume produzido na compostagem); corte com o estilete a parte central da sua tampa, deixando uma borda de dois dedos (que vai dar apoio ao balde de cima).

**Segundo balde:** Fure o fundo do balde com a furadeira e broca de 4mm (os furos servirão para a passagem do chorume) e faça alguns furos nas laterais da parte superior do balde com furadeira e broca 1.5mm (os furos servirão para entrada de ar); corte essa tampa com o estilete, como fez na tampa do primeiro balde.

**Terceiro balde:** Fure o terceiro balde como fizemos no segundo balde (nele, os furos de baixo serão para a passagem das minhocas de um balde para outro). A tampa do terceiro balde deixaremos inteira, para fechar a composteira.



**Balde para composto**  
Faça furos nas laterais e no fundo do balde.

**Balde para composto**  
Faça furos nas laterais e no fundo do balde.  
Corte o meio da tampa.

**Balde para chorume**  
Faça um furo lateral para instalar a torneira.  
Corte o meio da tampa.

Fonte: (Prefeitura de Andradina, 2018).

## - COMPOSTAGEM COMUNITÁRIA

Este tipo de compostagem abrange iniciativas desenvolvidas em bairros, vilas ou condomínios, e referem-se ao tratamento local de resíduos de cozinha e de poda.

## - PÁTIO URBANO DE COMPOSTAGEM

Estes pátios são espaços localizados no meio urbano que processam resíduos orgânicos oriundos de inúmeros locais, como residências, comércio e atividades de jardinagem.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 GERAL

O objetivo deste estudo é apresentar e comparar três diferentes métodos de gestão de resíduos sólidos, bem como as consequências alusivas à gestão inadequada dos resíduos.

### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Apresentar os métodos escolhidos sobre gestão adequada de resíduos sólidos;
- Identificar a qualidade atrelada aos diferentes métodos;
- Comparar as estratégias escolhidas;
- Relacionar, de forma geral, os métodos escolhidos com a diminuição da proliferação de doenças que podem ser relacionadas à má gestão de resíduos sólidos.

## **4 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Este estudo caracteriza-se por uma revisão bibliográfica de caráter analítico em detrimento de diferentes estratégias para gestão adequada de resíduos sólidos que se mostrem eficientes e adequadas.

Definiu-se como critério a utilização de artigos e base de dados publicados a partir do ano de 2015, no intuito de manter a atualização de informações relacionadas ao tema. A partir dos resultados das pesquisas foram selecionados três artigos científicos para efeito de comparação metodológica, sendo que a base para pesquisa se deu a partir da escolha inicial do artigo intitulado “Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue”, de MOL, et al., do ano de 2020.

Os demais artigos foram escolhidos respeitando a ideia de que estes apresentassem diferentes métodos sobre gestão adequada de resíduos, sendo assim, foram elegidos os seguintes estudos: “Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil)”, de SIQUEIRA, et al., de 2015; e “Embalagens cartonadas assépticas: uma revisão sobre os métodos de reciclagem mais empregados”, de FERREIRA, et al., de 2020.

Com os artigos selecionados, foram realizadas leituras e análises dos textos, a fim de compreensão das diferentes estratégias abordadas por cada um, para que, dessa forma, fosse possível atrelar qualidade aos métodos e realizar uma comparação entre as diferentes metodologias de gestão de

resíduos sólidos. Finalmente, estas diferentes estratégias puderam ser relacionadas com a diminuição de consequências pertinentes à disposição inadequada do lixo, como doenças e outros impactos ambientais, sociais e econômicos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 METODOLOGIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS**

#### **1º Contexto: “GESTÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO FATOR DE PROTEÇÃO NA OCORRÊNCIA DA DENGUE”**

O objetivo do trabalho foi verificar se há associação entre os indicadores de gestão de resíduos sólidos e socioeconômicos municipais e os índices de incidência das doenças dengue, Zika e Chikungunya, analisando em caráter exploratório, quantitativo e transversal o cenário do estado de Minas Gerais, em seus 853 municípios.

A metodologia contou com a análise de dados secundários, de forma a coletá-los e agrupá-los por regionais de planejamento. As variáveis dependentes foram selecionadas a partir dos aspectos sociais, econômicos, ambientais, e informações sobre incidência.

- incidência de dengue por 100.000 habitantes, conforme dados da Secretaria de Saúde do Estado de Minas Gerais (SES-MG) (série histórica de 2007 a 2016);
- incidência de Chikungunya por 100.000 habitantes, conforme dados da SES-MG para 2016; - incidência de Zika por 100.000 habitantes (incidência = suspeita de caso por 100.000 habitantes), conforme dados da SES-MG para 2016;
- tríplice arbovirose (dados agrupados das incidências de dengue, Zika e Chikungunya), conforme SES-MG para a série histórica de 2007 a 2016.

Como variáveis independentes, foram consideradas:

- a cobertura de coleta de resíduos sólidos urbanos, cobertura de coleta seletiva e massa de resíduos sólidos urbanos, informações que foram

obtidas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para 2014;

- o indicador de qualidade de destinação final de resíduos, correspondente aos escores gerados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEAM) em 2013;
- índices de desenvolvimento humano municipal (IDHM) e de Gini, valor do rendimento nominal mediano mensal per capita e porcentagem de vulneráveis à pobreza conforme o Instituto Brasileiro.

Foram selecionados, inicialmente, fatores potencialmente associados às incidências municipais de dengue, Chikungunya e Zika, através de análises univariadas. Em seguida foram gerados modelos de regressão linear para as incidências levando em consideração os preditores selecionados pela análise univariada.

A partir dos resultados obtidos, os autores constataram que há uma associação apenas entre o número de casos de dengue e a gestão de resíduos sólidos, apresentando também uma relação inversa significativa com o percentual de vulneráveis à pobreza, e uma associação direta ao índice de Gini, sugerindo que quanto maiores os registros de incidência da doença de 2007 a 2016, maiores os valores de Gini dos municípios, ou seja, maior a desigualdade social. Em relação a cobertura da coleta seletiva, esta apresentou relação inversa e significativa com os casos de dengue, sugerindo que quanto menor a cobertura da coleta seletiva, maior o número de casos registrados da doença.

Estes dados comprovam a importância da implementação, nos municípios, de uma gestão de resíduos sólidos adequada, como fator de proteção contra a dengue.

Os autores ressaltam que a associação encontrada entre gestão de resíduos sólidos e a incidência de casos de dengue, não exclui os casos da doença em Minas Gerais ocasionados por outros fatores que não o acúmulo de resíduo e má gestão do mesmo, apenas alerta que o tema de gestão de

resíduos sólidos deve ser incluído nas ações de saúde pública.

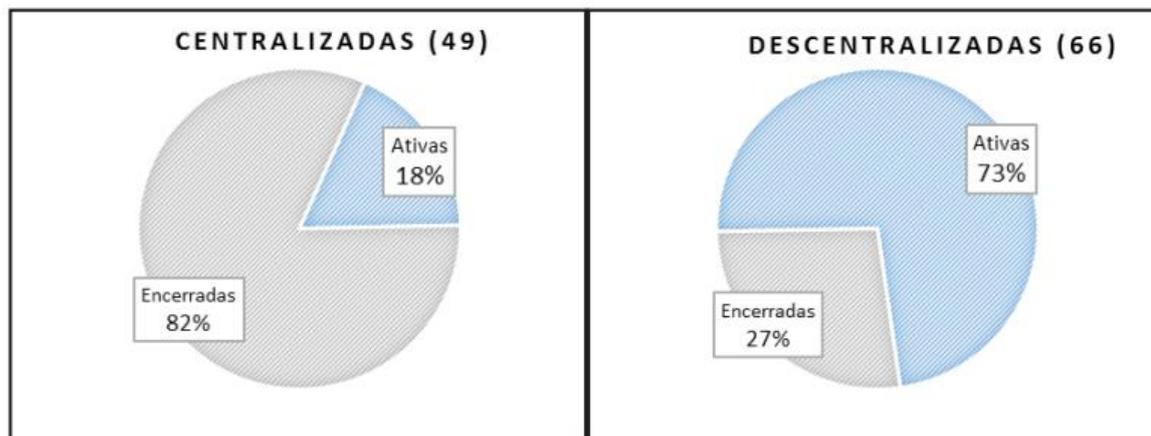
O estudo também sugere que a questão da desigualdade social se associa com a falta de acesso a serviços de saneamento básico, no caso da gestão adequada de resíduos sólidos.

## **2º Contexto: “COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DE SÃO PAULO (BRASIL)”**

Este estudo teve como objetivos identificar as experiências de compostagem de resíduos sólidos urbanos (RSU) no estado de São Paulo; caracterizar a dinâmica das modalidades identificadas; e traçar um panorama da compostagem de RSU no estado.

Os autores apresentam que foram identificadas 115 experiências de modalidades de compostagem no estado de São Paulo, variando entre empreendimentos, ações públicas e institucionais, ações da sociedade civil e projetos experimentais. A Figura 6 abaixo mostra a relação de modalidades ativas e encerradas, divididas entre experiências centralizadas, correspondentes a usinas de triagem e compostagem e usinas de adubo orgânico, e experiências descentralizadas, relacionadas às compostagens domiciliar, comunitária, institucional e aos pátios de compostagem urbana.

Figura 6 – Porcentagem, no estado de São Paulo, de experiências centralizadas e descentralizadas de compostagem de resíduos sólidos urbanos, ativas e encerradas.



Fonte: (SIQUEIRA, ASSAD, 2015).

As experiências centralizadas apresentaram um total de 49, sendo 18% destas ativas; já para as experiências descentralizadas foi registrado um total de 66, estando 73% destas em funcionamento.

### **Compostagem centralizada**

#### **- Usinas de Triagem e Compostagem (UTC)**

Nesta modalidade, os autores observaram que a forma simplificada de coleta, ou seja, a coleta de resíduos orgânicos e inertes juntos, faz com que a complexidade do tratamento aumente. Além disso, salienta-se que as coletas convencionais feitas pela prefeitura ou por empresas privadas, desobriga a população a se responsabilizar por mudanças de hábitos, além de concentrar o trabalho de valorização dos resíduos em apenas uma central. Os problemas enfrentados por estas unidades podem, muitas vezes, alcançar dimensões de enorme dificuldade para serem administrados e revertidos, culminando no encerramento das atividades da usina, ou até mesmo na transformação do espaço em lixão.

#### **- Usina de Adubo Orgânico (UAO)**

Neste estudo, os autores indicam que no ano de 2013, existiam em todo o estado de São Paulo 14 usinas de adubo orgânico, e a maioria destas

processava resíduos industriais e agrícolas, e não recebiam qualquer tipo de material provindos de grandes geradores do meio urbano. No artigo os autores identificaram somente quatro unidades de UAO's que recebem resíduos urbanos de forma regular.

A utilização de resíduos sólidos urbanos como matéria prima de usinas de adubo orgânico ainda é pouco realizada pois é fundamental o envio de resíduos segregados de forma rigorosa na fonte geradora, e isto prevê alterações na lógica de descarte.

## **Compostagem descentralizada**

### **- Compostagem Institucional**

As experiências identificadas foram agrupadas da seguinte maneira, de acordo com o ambiente em que ocorrem:

1. Órgãos públicos;
2. Empresas privadas;
3. Instituições de ensino e educação.

Além disso, foram identificadas empresas que planejam o sistema e oferecem capacitação e sensibilização aos funcionários até que o sistema funcione a partir de autogestão, ou seja, desenvolvido pela própria instituição. Também foram identificados grupos institucionais e voluntários, como o Programa USP Recicla e o Projeto Ligados na Pilha, que auxiliam na implantação de sistemas dentro de instituições de ensino.

Foi observado um menor número de iniciativas desenvolvidas em órgãos públicos. Estes ambientes têm a função de esclarecer e difundir a compostagem para os outros setores da sociedade. Dentro de empresas, a compostagem pode ser estimulada de maneira que esta possa trazer redução nos custos com o transporte e disposição final.

Foi constatado que a compostagem é bastante viável quando a geração de resíduos é elevada, quando há local disponível e quando o adubo pode ser útil para a instituição. O desconhecimento perante o processo de compostagem é apontado como um dos principais fatores que dificultam a

expansão desta nas instituições.

#### **- Compostagem Domiciliar**

O estudo considerou apenas as compostagens domiciliares constituídas por programas de capacitação de moradores, ou por projetos de implantação de composteiras domésticas em determinadas comunidades, que abrangessem várias residências ao mesmo tempo.

Foram identificadas empresas de comércio de minhocários e composteiras elétricas, grupos de incentivo para construção de composteiras artesanais e minhocários domésticos de baixo custo, e instituições públicas que divulgam composteiras domésticas por meio de cursos gratuitos. Apenas uma atividade de implantação de compostagem domiciliar em comunidades foi identificada.

#### **- Compostagem Comunitária**

O estudo identificou oito experiências de compostagem comunitária no estado de São Paulo. Notou-se pouca participação pública e uma tendência no surgimento de iniciativas desenvolvidas através de trabalho voluntário, referente a organizações da própria comunidade.

Isto é evidenciado na dificuldade em obter apoio e recursos financeiros para investir no sistema, e conforme os autores observaram durante a pesquisa, esta atividade pode não gerar renda direta, e não há facilidade de acesso aos incentivos públicos.

#### **- Pátio Urbano de Compostagem**

Foram identificados 14 pátios urbanos de compostagem durante a pesquisa, sendo que cinco destes já não existem mais. Grande parte das experiências identificadas foi desenvolvida por prefeituras municipais, a partir da implementação de pátios no interior de parques, hortos, viveiros, hortas municipais, entre outros ambientes públicos. Também foram observadas empresas e ONG's promovendo tais iniciativas, porém em quantidade menor, uma vez que o desenvolvimento destas modalidades por setores que não são públicos é um desafio, principalmente devido às limitações relacionadas ao transporte dos resíduos orgânicos e às restrições sobre a prática da

compostagem no meio urbano.

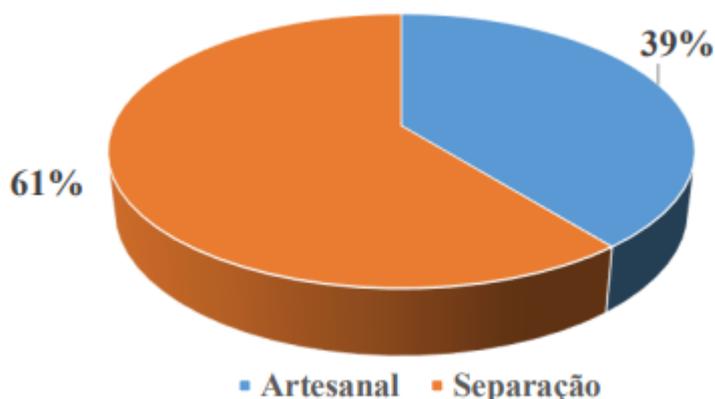
Nos pátios urbanos de compostagem, foi observado que os resíduos mais comuns a serem processados são os de poda e capina. Os locais que processavam restos de alimentos foram o Pátio da Subprefeitura de São Mateus, na cidade de São Paulo, que opera com resíduos de uma feira local; o Pátio de Compostagem Acelerada de Guarulhos, que processa cerca de 350 Kg de resíduos por dia do Restaurante Popular; e o Pátio da Horta Municipal de São Carlos, já extinto, que quando em operação, processava resíduos de mais de 30 restaurantes, padarias e bares da cidade. E os compostos gerados nestes locais, produzidos a partir de poda e restos alimentícios, são frequentemente utilizados na manutenção de hortas, viveiros e jardins municipais, e também disponibilizados aos agricultores locais.

### **3º Contexto: “EMBALAGENS CARTONADAS ASSÉPTICAS: UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE RECICLAGEM MAIS EMPREGADOS”**

Este estudo consistiu em uma revisão bibliográfica de artigos científicos, datados entre 2009 e 2019, acerca dos diferentes e mais utilizados métodos de reciclagem de embalagens cartonadas assépticas. A metodologia utilizada teve como base as técnicas de reciclagem artesanal e de separação dos componentes das embalagens cartonadas assépticas.

Os autores selecionaram no total 28 artigos científicos para o desenvolvimento do trabalho de revisão. Destes, observou-se que aproximadamente 61% aplicaram as técnicas de separação dos componentes das embalagens cartonadas assépticas para reciclagem, e o restante 39% realizou a reciclagem artesanal. Estes dados podem ser observados na Figura 7 abaixo.

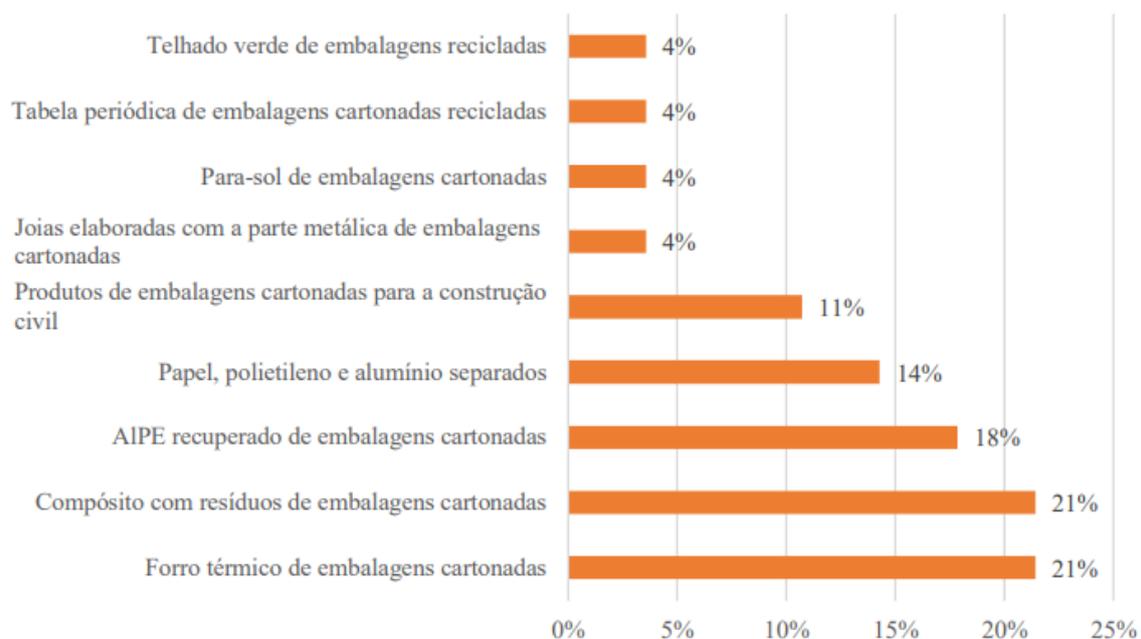
Figura 7 – Processos de reciclagem de embalagens cartonadas assépticas encontrados nos artigos científicos selecionados.



Fonte: (FERREIRA, et al. 2020).

Feita a identificação referente ao método de reciclagem mais observado nos artigos selecionados, os autores apontaram quais foram os produtos reciclados originários dos processos artesanal e de separação, conforme exposto na Figura 8.

Figura 8 – Tipos de produtos elaborados nos artigos científicos selecionados.



Fonte: (FERREIRA, et al. 2020).

De acordo com a figura anterior, é possível notar que os estudos, em sua maioria (42%), apresentaram a fabricação de forro térmico de embalagens

cartonadas (21%) e o desenvolvimento de compósitos com resíduos de embalagens cartonadas (21%). Os forros térmicos são estruturas de revestimento para telhados, que promovem isolamento térmico, pois sua camada de alumínio reflete o calor em dias ensolarados e impede a perda de calor dentro da residência em dias frios.

Outros 21% dos artigos selecionados apresentaram a fabricação de materiais compósitos utilizando resíduos de embalagens cartonadas assépticas na composição. A utilização destes resíduos torna o produto mais ecológico e diminui o custo com matéria prima na fabricação. Alguns destes artigos são intitulados “Substituição da areia sílica por fibras de celulose de embalagens”, de Marínez-Barrera et al. (2017); “Substituição de partículas de embalagens cartonadas por minerais em argamassas poliméricas”, de Marínez-Lopes et al. (2017); e "Apresentação de uma rota para valorizar a fibra de celulose a partir de resíduos de embalagens cartonadas”, por Diop, Lavoie (2017).

Em segundo lugar está o compósito de AIPE (alumínio polietileno) recuperado de embalagens cartonadas, presente em 18% dos 28 artigos selecionados para análise. Este compósito é gerado através do processo de partição dos componentes de caixas de leite, e para este procedimento utiliza-se um equipamento chamado *hidrapulper*, o qual, através de uma centrífuga, separa o papel dos demais componentes, dando origem ao material AIPE. Este componente pode ser utilizado, por exemplo, para melhorar as propriedades mecânicas de materiais e diminuir os custos de produção e prejuízos para o meio ambiente.

Há também 14% destes artigos nos quais os autores apresentaram métodos de separação total dos componentes das embalagens cartonadas assépticas, dando origem a papel, alumínio e PEBD, sendo que cada estudo empregou um método distinto de separação dos componentes, utilizando por exemplo, solventes como clorofórmio e álcool isopropílico.

## 5.2 QUALIDADE ATRELADA AOS MÉTODOS

Os modelos de gestão de resíduos sólidos escolhidos para este trabalho tratam-se de métodos pertinentes à sustentabilidade, ou seja, ambientalmente corretos. E além de serem adequados para o meio ambiente, podem trazer benefícios para a sociedade, como a diminuição de doenças, no caso do primeiro estudo: “Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue”, o reaproveitamento de alimentos para possível produção de frutas, verduras e legumes orgânicos, relacionado ao segundo estudo: “Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil)”, e a geração de empregos, conseqüente de centros de reciclagem, diretamente ligada ao tema do terceiro estudo: “Embalagens cartonadas assépticas: uma revisão sobre os métodos de reciclagem mais empregados”.

Estes métodos compreendem a realização da gestão mais apropriada para resíduos sólidos urbanos. O primeiro refere-se à gestão dos diferentes tipos de resíduos sólidos que podem ser produzidos por residências, empreendimentos, indústrias e comércio. Ele apresenta dados que confirmam a relação da doença dengue transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, com a inadequada gestão de resíduos sólidos no ambiente, e ressalta a importância da implementação de políticas públicas eficazes para gestão adequada de resíduos, principalmente em comunidades menos favorecidas financeiramente. Esta metodologia pode ser relacionada à gestões de resíduos como: reutilização, reciclagem e aterro sanitário, mas também a qualquer tipo de destinação final ambientalmente correta que se possa dar aos diversos tipos de resíduos.

Estes destinos são considerados os mais corretos e adequados para os resíduos sólidos, e também muito eficientes, uma vez que contribuem para a preservação ambiental e, conseqüentemente, para a saúde da população, evitando a proliferação de doenças. A reutilização de produtos, ou a compra de objetos usados, faz com que o consumismo diminua, reduzindo, da mesma forma, o acúmulo de resíduo (RIBEIRO, et al., [s/d]).

A reciclagem, como abordada na terceira metodologia, se mostra como outra opção bastante eficiente para destinação final de vários tipos de

resíduos, principalmente para os materiais como papel, plástico e metal, que representam o maior volume entre os resíduos. Este método de gestão é capaz de diminuir a poluição, ao mesmo tempo que reduz a pressão sobre o uso de matérias primas advindas da natureza, bem como otimiza a vida útil do aterro sanitário. E além de contribuir para a conservação ambiental, a reciclagem também apresenta aspectos positivos para a sociedade e economia, devido à geração de emprego nos centros de reciclagem (PESSÔA, 2018).

Os aterros sanitários representam a destinação final mais coerente e ambientalmente correta para aqueles resíduos que não puderam ser aproveitados na reciclagem, como por exemplo, restos de alimento e material orgânico no geral. Como já descrito anteriormente, este é um método no qual os resíduos sólidos são dispostos no solo a partir de princípios de engenharia, de maneira que o resíduo fique confinado em menor volume possível, através da compactação. É um método eficiente pois não causa prejuízos ao meio ambiente, e à saúde e segurança da população (PICANÇO, 2013).

Uma alternativa ao aterro sanitário para a destinação de resíduos sólidos orgânicos é a utilização destes materiais para realização de compostagem. Este método de destinação de resíduos orgânicos é eficiente pois, além de diminuir a quantidade de resíduo que vai para os aterros, não apresenta qualquer tipo de risco para o meio ambiente, e ainda contribui com a produção de alimentos orgânicos, trazendo benefícios para a saúde da população (UCS, [s/d]).

### **5.3 COMPARAÇÕES ENTRE AS ESTRATÉGIAS**

As estratégias apresentadas representam três tipos de gestão adequada de resíduos sólidos, que seriam a destinação final para aterros sanitários, e o tratamento por meio de compostagem e a reciclagem. Os três métodos, apesar de diferentes, podem ser trabalhados de modo colaborativo entre si, de forma que os resíduos coletados nas cidades podem ser separados entre orgânicos, recicláveis e rejeitos (destinados aos aterros sanitários).

O lixo de matéria orgânica de origem animal e vegetal compõe-se, de

maneira geral, por restos de alimentos e de poda, e pode ser um grande problema para o meio ambiente quando descartado de forma inadequada, devido a decomposição destes materiais que pode gerar poluentes tanto para o solo e águas como também para a atmosfera, como já descrito ao longo do trabalho.

Ao invés destes lixos orgânicos serem descartados em aterros sanitários sem aproveitamento nenhum, eles podem ser úteis na criação de composteiras, sejam elas domésticas ou desenvolvidas em maior escala, como para comunidades, áreas rurais, etc.

A compostagem é um processo considerado ambientalmente seguro, e, além de diminuir a quantidade de lixo que é destinado aos aterros sanitários, aumentando sua vida útil, e diminuir também os custos de transporte e manutenção do aterro, possui inúmeras outras vantagens e benefícios. Um deles está relacionado ao próprio processo de decomposição do material orgânico.

Nos aterros sanitários este processo ocorre de forma anaeróbia, ou seja, sem a presença do oxigênio, fazendo com que ocorra a formação de gás metano ( $\text{CH}_4$ ), uma substância altamente nociva para o meio ambiente e à saúde humana. Já a decomposição orgânica na composteira, a partir do processo de fermentação sob a presença de oxigênio (decomposição aeróbia), gera somente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que é até 23 vezes menos agressivo que o gás metano em quesito de poluição atmosférica, água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e biomassa (húmus). Outras vantagens incluem o aproveitamento da matéria orgânica em ambientes agrícolas; a reciclagem de nutrientes para o solo; a eliminação de substâncias patogênicas devido à elevada temperatura que atinge o processo; e a economia de custos relacionada ao tratamento de efluentes (CASTRO, OLIVEIRA, [s/d]).

Em ambientes rurais, a técnica de compostagem também pode ser benéfica no quesito de que famílias que dependem de produções agrícolas para subsistência, podem utilizar a biomassa gerada pela composteira em suas plantações, economizando dinheiro na questão de adubação, além de gerarem alimentos de melhor qualidade (orgânicos), e conservarem o solo e

águas contra contaminação, evitando que estes tenham maior contato com agrotóxicos.

Assim como no caso da compostagem, o processo de reciclagem também diminui o volume de lixo que vai parar nos aterros sanitários, e conseqüentemente o custo de transporte e de manutenção do local.

A reciclagem também faz-se necessária devido a economia de energia no processo de fabricação dos produtos, isto porque, como parte do material já foi processada pela indústria, fazer um novo produto a partir de uma matéria prima já existente tem custo monetário e gasto de energia menores do que produzir um objeto desde sua forma inicial. Nos casos das produções industriais, acontece até mesmo a diminuição da poluição do ar, pois nas condições de gasto menor de energia, tempo e recursos, as substâncias emitidas para a atmosfera apresentarão menor volume (CRS, 2021) .

Outro ponto importante sobre a operação de reciclagem está no quesito social. O funcionamento de cooperativas de reciclagem está diretamente ligado a geração de empregos e renda, isto porque as pessoas podem sair de trabalhos informais em lixões e aterros controlados para um ambiente mais digno e com salários melhores, além de terem um emprego formalizado. Estas cooperativas geram empregos, melhores rendas e também a inclusão social de famílias que dependem da reciclagem (CRS. 2021).

A reciclagem, assim como também a compostagem, pode ser responsável pela diminuição da poluição urbana. Estas duas estratégias têm conseqüências diretas e imediatas em relação a redução da quantidade de resíduos nas ruas e ambientes públicos, podendo evitar, ou minimizar, situações como alagamentos, proliferação de doenças e desperdícios de materiais que poderiam ser reaproveitados, para reciclagem ou geração de adubo. E da mesma forma, como já citado anteriormente, a compostagem e a reciclagem diminuem o volume de resíduos que são destinados aos aterros sanitários, isto implica também na diminuição da poluição do ar e contaminação das águas, e do solo, assim como também minimiza a propagação de doenças e agentes patogênicos, isto quando o aterro não é operado da forma correta.

E apesar destes dois métodos de gerenciamento de resíduos serem os destinos mais ambientalmente corretos para o lixo reciclável e orgânico, o aterro sanitário ainda acaba sendo o mais utilizado, principalmente por uma questão financeira. O custo de investimento e operação em geral acaba tendo um valor menor, a longo prazo, se comparado a outras formas de tratamento de resíduos.

Fora a questão do custo, assim como explicado ao longo do trabalho, o aterro sanitário, a partir da decomposição anaeróbia dos resíduos sólidos, gera gases poluentes, que são captados por mecanismos para evitar contato destes com a atmosfera. Estes gases gerados são chamados de biogás, e devido ao percentual de metano presente em sua composição, o biogás que é produzido nos aterros sanitários pode ser aproveitado como forma de matéria prima para a produção de combustíveis, geração de energia térmica e geração de energia elétrica (GOIÁS, [s/d]).

Até o momento foram abordadas no trabalho questões, principalmente, positivas relacionadas aos três métodos escolhidos de gestão adequada de resíduos sólidos. Entretanto, como a maioria das estratégias de tratamento não funcionam com 100% de viabilidade, também existem características e pontos negativos relacionados àquelas tratadas no presente estudo.

Estes estão mais ligados à instalação, operação e manutenção das técnicas do que à funcionalidade delas em si. Por exemplo, no caso da compostagem, se não operada da forma adequada, o adubo proveniente dela poderá causar a salinidade dos solos ou até mesmo a contaminação dele, devido ao possível excesso de sais minerais e metais pesados presentes nos resíduos. Alguns resíduos também podem apresentar moléculas orgânicas tóxicas, como o Cádmio e o Chumbo, contaminando o solo. Além disso, a biomassa formada apresenta substâncias como Zinco, Cobre e Níquel, que em excesso podem afetar o desenvolvimento vegetal (IFMG, 2009).

Em relação ao custo, como já mencionado, o aterro sanitário é o mais conveniente para operação e manutenção, principalmente quando se comparado aos centros de reciclagem, apesar de contarem com um valor monetário muito maior para instalação. Os centros apresentam custos altos

quando se trata de recolha dos materiais, transporte e reprocessamento, algumas vezes também o custo para reciclar um determinado material é mais alto do que o custo de fabricação do mesmo diretamente pela indústria. Ademais, há a questão do mercado de materiais reciclados, que pode sofrer instabilidades, tendo alterações na oferta e demanda, tanto para o mercado nacional quanto para o internacional (BOHNENBERGER, et al., 2018).

Em relação ao aterro sanitário, uma das principais desvantagens na construção de um aterro sanitário está ligada a questão ambiental, pois para que este seja implementado, demanda-se uma área muito grande de terra a ser devastada, além do que, caso tenha erros ou falhas em sua operação e manutenção, pode ocorrer a poluição e contaminação do meio ambiente. Os gases poluentes podem escapar para a atmosfera, contribuindo por exemplo, para o aumento da poluição e efeito estufa, ou então o chorume produzido pela decomposição anaeróbia dos resíduos pode entrar em contato com os solos e lençóis freáticos, contaminando estes ambientes, podendo trazer consequências para a saúde humana e animal (PORCIUNCULA, 2014).

De maneira geral, é possível dizer que, pensando na questão de gestão adequada de resíduos sólidos, as três metodologias abordadas neste estudo se fazem essenciais para a minimização de impactos ambientais. Os métodos de compostagem e reciclagem são considerados de suma importância para a diminuição de resíduos que são descartados na natureza, mesmo que em aterros sanitários, uma vez que estes locais, conforme a demanda de lixo, acabam necessitando cada vez de mais espaços naturais para sua implementação.

#### **5.4 PROLIFERAÇÃO DE DOENÇAS RELACIONADA A MÁ GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Os resíduos sólidos urbanos, quando tratados de maneira inadequada, ou até mesmo quando não passam por tratamento, podem apresentar diversos riscos para o meio ambiente e à sociedade. E como já tratado ao longo do trabalho, os principais riscos são contaminação e poluição do ar, solos e águas.

Como abordado no artigo base selecionado para o desenvolvimento do presente estudo, intitulado “Gestão Adequada de Resíduos Sólidos como Fator de Proteção na Ocorrência da Dengue”, a falta de gestão adequada dos resíduos pode ser responsável por consequências como o surgimento, e até mesmo surtos, de doenças na população.

O lixo, além de gerar chorume, contaminando solos e corpos hídricos, também serve de alimento e abrigo para os seres vivos considerados vetores de diversas doenças. Algumas delas são: leptospirose, peste bubônica e tifo, transmitidas por ratos; febre tifóide e cólera, transmitidas por baratas; e malária, febre amarela, dengue, leishmaniose e elefantíase, causadas por moscas e mosquitos. Estas doenças estão concentradas principalmente em ambientes com falta de saneamento básico adequado e falta de coleta adequada do lixo, normalmente locais em que se encontram populações mais carentes de recursos financeiros (MINAS GERAIS, 2011).

A dengue por exemplo, citada no artigo base, é uma doença que já levou a óbito 6429 pessoas no período de 2008 a 2019 no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2020). Ela é transmitida pela picada do mosquito fêmea do *Aedes aegypti*, o mesmo que também transmite a febre amarela. A lava do mosquito se prolifera em ambientes de água limpa e parada, fazendo com que lixos acumulados e descartados de maneira incorreta sejam locais propícios para o surgimento das mesmas, logo, a destinação final adequada para os resíduos sólidos faz-se essencial para diminuir a proliferação da doença (IOC, [s/d]). Abaixo segue uma ilustração de como acontece o ciclo de transmissão da doença.

Figura 10 - Ciclo de transmissão da dengue.



Fonte: (PARANÁ, [s/d]).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do presente estudo, fez-se capaz a compreensão de uma parte da situação atual de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. E através das informações fornecidas, é possível considerar que as três estratégias de gestão de resíduos estudadas são fundamentais para a disposição correta dos resíduos sólidos e a consequente preservação ambiental. Se realizadas da maneira correta, não causarão danos significativos à população e ao meio ambiente. Além disso, também foi possível constatar que diante do cenário atual de captação e destinação final do lixo no país, este ainda pode incrementar cada vez mais suas políticas públicas de gestão de resíduos, para que possa atender toda a população do país de forma satisfatória, e destinar a maior quantidade de resíduos coletados para os destinos finais mais sustentáveis de cada um.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Nair Conde de; ANGELIS, Dejanira de Franceschi de. **Chorume Gerado em Aterros Sanitários: Interferências na Saúde Ambiental**. 2016. Disponível em: <<https://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/artigos-cientificos/2016/05-chorume-gerado-em-aterros-sanitarios-interferencias-na-saude-ambiental.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- AMORIM, Aline Pinto; et al. – **Lixão Municipal: abordagem de uma problemática ambiental na cidade do Rio Grande – RS**. Rio Grande. RS. 2010. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/7261/888-4624-1-PB.pdf?sequence=1>> Acesso em: 15 fev. 2022.
- ANDRADE, Reginaldo R. – **Geossintéticos na construção de aterros sanitários**. 2018. Disponível em: <<http://diprotecgeo.com.br/blog/geossinteticos-na-construcao-de-aterros-sanitarios/>> Acesso em: 15 fev. 2022.
- ANTENOR, S.; SZIGETHY, L. – Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>> Acesso em: 17 fev. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Os descaminhos do lixo**. ABRELPE. 2019. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/brasil-produz-mais-lixo-mas-nao-avanca-em-coleta-seletiva/>> Acesso em: 17 fev. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Saúde desperdiçada, o caso dos lixões**. ABTRE. 2015. Disponível em: <[https://abrelpe.org.br/pdfs/publicacoes/saude\\_desperdicada\\_o\\_caso\\_dos\\_lixoes.pdf](https://abrelpe.org.br/pdfs/publicacoes/saude_desperdicada_o_caso_dos_lixoes.pdf)> Acesso em: 15 fev. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BOHNENBERGER, José Carlos; et al. **Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério.** 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/4s3WpNgghkvqkvJDS4Jt3Sj/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BONNECARRERE, Joaquin Ignacio. **Poluição dos Solos – Resíduos Sólidos.** 2017. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3338369/mod\\_resource/content/1/Aula%206%20-%20Meio%20Terrestre%20II%20-%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%202017.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3338369/mod_resource/content/1/Aula%206%20-%20Meio%20Terrestre%20II%20-%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%202017.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2022.

BRASIL – **Programa Lixão Zero reduziu em 17% a quantidade de lixões em 2020.** Brasil. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2021/02/programa-lixao-zero-reduziu-em-17-a-quantidade-de-lixoes-em-2020>> Acesso em 15 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2010. Estabelece as diretrizes para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.**

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.**

CASTRO, Antônio Henrique Magalhães de; OLIVEIRA, Eline Messias de. **Lixo Orgânico: O Reaproveitamento de Resíduos Alimentícios e os Benefícios da Compostagem para o Meio Ambiente.** [s/d]. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/nawa/article/view/1352/pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

Centro de Liderança Pública – **Como o Programa Lixão Zero substituiu os lixões do Rio de Janeiro por aterros sanitários**. 2017. Disponível em: <<https://www.clp.org.br/como-o-programa-lixao-zero-substituiu-os-lixoes-do-rio-de-janeiro-por-aterros-sanitarios/>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

CENTRO DE PESQUISA EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. **Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. IPEA. 2021. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>> Acesso em: 17 fev. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Aterro Sanitário**. CETESB. 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/biogas/aterro-sanitario/>>. Acesso em 18 fev. 2022.

Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Sertão de Crateús. **Os principais benefícios da reciclagem**. CRS. 2021. Disponível em: <<https://crscrateus.ce.gov.br/2021/02/19/os-principais-beneficios-da-reciclagem/>>. Acesso em 25 fev. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Como montar uma composteira caseira**. EMBRAPA. 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136838/1/CPAF-AP-Folder-COMPOSTEIRA.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2022.

FERNANDES, Danielly Abadia. – **A importância da implantação do aterro sanitário na cidade de Iraí de Minas – MG**. Uberlândia. MG. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26888/3/Import%C3%A2ncia%20de%20implanta%C3%A7%C3%A3o%20de%20aterro.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2022.

FRRREIRA, Aylla Roberta da S Victer; et al. **Embalagens cartonadas assépticas: uma revisão sobre os métodos de reciclagem mais empregados**. 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/13125/11034>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

GRISA, Daniela Cristina; CAPANEMA, Luciana. **Resíduos Sólidos Urbanos**. [s/d]. Disponível em: <

[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16284/1/PRCapLiv214209\\_residuos%20solidos\\_compl\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16284/1/PRCapLiv214209_residuos%20solidos_compl_P.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Compostagem para pequenos agricultores**. IFMG. 2009. Disponível em: <

<https://pt.slideshare.net/josimarrodriguesoliveira/compostagem-22559856>>.

Acesso em: 26 fev. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico: Óbitos por arboviroses no Brasil, 2008 a 2019**. 2020. Disponível em: <

<http://plataforma.saude.gov.br/anomalias-congenitas/boletim-epidemiologico-SVS-33-2020.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. **Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, Aterro Sanitário**. GOIÁS. [s/d]. Disponível em: <

[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina\\_01.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_01.pdf)> Acesso em: 15 fev. 2022.

MOL, Marcos Paulo Gomes *et. al.* – **Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue**. Pan

American Journal of Public Health, artigo original, p 9. 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Casos de dengue nas Américas chegam a 1,6 milhão, o que destaca a necessidade do controle de mosquitos durante a pandemia**. OPAS. 2020. Disponível em:

<[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6205:casos-de-dengue-nas-americas-chegam-a-1-6-milhao-o-que-destaca-a-necessidade-do-controle-de-mosquitos-durante-a-pandemia&Itemid=812](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6205:casos-de-dengue-nas-americas-chegam-a-1-6-milhao-o-que-destaca-a-necessidade-do-controle-de-mosquitos-durante-a-pandemia&Itemid=812) >

Acesso em: 17 fev. 2022.

PALHACI, Maria do Carmo Jampaulo Plácido; et al. **A importância da arte como meio de reciclagem e como formação de um novo pensamento ambiental**. Guimarães, Portugal, abr. 2012. Disponível em: <

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134942/ISSN2317-1707-2012-05-01-553-557.pdf?sequence=1>>. Acesso em 01 mar. 2022.

PESSÔA, Vitor Alves de Figueiredo. **Reciclagem e Reutilização de Materiais Poliméricos Plásticos**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024679.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PICANÇO, Aurélio. **Disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos**. 2013. Disponível em: < [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/aurelio\\_pessoa.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/aurelio_pessoa.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PORCIUNCULA, Luciana. **Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais Associados a Aterros Sanitários**. Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4715/PORCIUNCULA%2C%20LUCIANA.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2022.

PORTELLA, Márcio Oliveira; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. **Aterros Sanitários: Aspectos gerais e destino final dos resíduos**. 2014. Disponível em: <<http://ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/3687/2110>>. Acesso em: 18 fev. 2022.

PREFEITURA DE ANDRADINA. **Como montar uma composteira caseira**. 2018. Disponível em: < [https://www.andradina.sp.gov.br/arquivos/31\\_arquivo\\_compostagem\\_.pdf](https://www.andradina.sp.gov.br/arquivos/31_arquivo_compostagem_.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2022.

PREFEITURA DE FARROUPILHA. **Reciclar**. Farroupilha, 2016. Disponível em: < <http://farroupilha.rs.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/Reciclagem.pdf>>. Acesso em 26 fev. 2022.

RIBEIRO, Lázaro Fialho da Cruz; et al. **Reduzir, reutilizar e reciclar – uma proposta de educação ambiental para as comunidades de catadores de resíduos sólidos do brejo paraibano**. [s/d]. Disponível em: < <http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/extensao/documentos/anais/5.MEIOAMBIENTE/5CFTDCBSPEX02.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. **Lixo: descarte inadequado pode causar doenças**. 2011. Disponível em: <<https://saude.mg.gov.br/sus/story/2331-radio-%7C-lixo--descarte-inadequado-pode-causar-doencas-sesmg>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Caderno de Sustentabilidade. **Gestão de Resíduos Sólidos uma Oportunidade para o Desenvolvimento Municipal e para as Micro e Pequenas Empresas**. SEBRAE. 2012. Disponível em: <[http://www.resol.com.br/cartilhas/gestao\\_de\\_residuos\\_solidos-sebrae.pdf](http://www.resol.com.br/cartilhas/gestao_de_residuos_solidos-sebrae.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2022.

SILVIA, Nubelia Moreira da; NOLÊTO, Tânia Maria S J. **Reflexões sobre Lixo, Cidadania e Consciência Ecológica**. Jataí, 2004. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/article/download/25863/14854>>. Acesso em 18 fev. 2022.

SIQUEIRA, Thais Menina de; ASSAD, Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes. **Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo (Brasil)**. 2015. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6566444/mod\\_resource/content/1/compostagem%20-%20centralizada%20e%20descentralizada.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6566444/mod_resource/content/1/compostagem%20-%20centralizada%20e%20descentralizada.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. SNIS. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico-SNIS-RS-2019-Capitulo-11.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2022.

SOUZA, Ludmilla – Agência Brasil. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano**. São Paulo, SP. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. **Compostagem: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos.** UCS. [s/d]. Disponível em: <<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Programa de Educação em Saúde: Lixos e Vetores.** [s/d]. Disponível em: <<https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/lains/Folheto4.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2022.