

**FACULDADE DOCTUM
ANNA ROSA GHEDIN ALVES
LARA MIRIAM DE MEDEIROS OLIVEIRA**

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E A
CONSEQUENTE MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO
AMBIENTE**

Juiz de Fora
2019

**ANNA ROSA GHEDIN ALVES
LARA MIRIAM DE MEDEIROS OLIVEIRA**

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E A
CONSEQUENTE MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO
AMBIENTE**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Ambiental e Sanitária.

Orientação: Prof^a. Valquíria Silva
Machado

Juiz de Fora
2019

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Alves, Anna Rosa Ghedin; Oliveira, Lara Miriam de Medeiros.
Gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos e a consequente
minimização dos impactos causados ao meio ambiente. / Anna,
Lara - 2019.
20 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Resíduos orgânicos. 2. Impactos ambientais.
I. Gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos e a
consequente minimização dos impactos causados ao meio
ambiente. Faculdade Doctum Juiz de Fora.

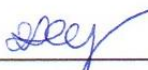
TERMO DE APROVAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E A CONSEQUENTE MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE, elaborado pelo(s) aluna(s): ANNA ROSA GHEDIN ALVES e LARA MIRIAM DE MEDEIROS OLIVEIRA, foi **aprovado** por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de *Engenharia Ambiental e Sanitária* das Faculdades Doctum, como requisito parcial da obtenção do título de

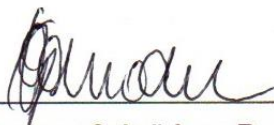
BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Juiz de Fora, 12 de Dezembro de 2019



Valquíria Silva Machado

Prof. Orientador



Luis Gustavo Schröder e Braga

Prof. Examinador 1



Matheus Cremonese

Prof. Examinador 2

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos conduzir com as oportunas lições de fraternidade, compaixão e sabedoria. Por nos proporcionar vivacidade e privilégios para a realização desse sonho.

Aos mestres Valquíria, Luis Gustavo e Matheus pelas ricas orientações, as quais foram fundamentais nas diferentes fases da elaboração desse projeto.

Eu Lara agradeço, em especial, aos meus pais Carlos e Miriam e a minha tia Marta por não medirem esforços para tornar possível essa formação, a minha família e ao Vinícius por todo amor, apoio e incentivo, e a minha amiga Anna pela amizade, cumplicidade e paciência nesses cinco anos.

Eu Anna agradeço a minha mãe Vânia por sempre estar ao meu lado e ter tornado mais brando todos os momentos difíceis, ao meu noivo Gabriel por todo amor, compreensão e paciência, a minha avó Lara (in memoriam) por ter sido a maior motivação para que eu alcançasse essa conquista. Agradeço a minha melhor amiga Lara por todo apoio, incentivo e companheirismo ao longo dessa trajetória acadêmica.

A todos que de alguma forma enriqueceram a nossa caminhada até aqui, o nosso muito obrigada.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Disposição final de resíduos em lixão	22
Figura 2 - Processo de compostagem orgânica	24
Figura 3 - Composteira orgânica	25
Figura 4 - Biodigestor anaeróbico (sistema de tratamento de dejetos bovinos)	26
Figura 5 - Aterro Sanitário	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Perfil da geração de resíduos urbanos no Brasil	19
Gráfico 2 - Geração de RSU no Brasil (t/dia)	23
Gráfico 3 - Disposição final dos RSU brasileiros	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração e composição dos RSU no mundo por nível econômico dos países.....	30
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
IASB	Instituto das Águas da Serra da Bodoquena
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MW	Megawatts
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PGIRO	Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Orgânicos
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSO	Resíduos Sólidos Orgânicos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SCIELO	Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2 JUSTIFICATIVA	17
3 METODOLOGIA.....	18
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
4.1 Levantamento da geração anual de Resíduos Sólidos Orgânicos no Brasil	19
4.2 Impactos causados pela ausência do gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos gerados pela população brasileira	20
4.3 Técnicas de tratamento e destinação final para RSO	22
4.3.1 Compostagem	23
4.3.2 Biodigestão anaeróbica	25
4.3.3 Aterro sanitário	26
4.4 Benefícios adquiridos com a eficiência do gerenciamento	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6 CONCLUSÃO.....	33
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

RESUMO

ALVES, Anna Rosa Ghedin; OLIVEIRA, Lara Miriam de Medeiros. **Gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos e a consequente minimização dos impactos causados ao meio ambiente**. 20f. Projeto de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental de Sanitária). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

Com o grande crescimento populacional, a quantidade de resíduos produzidos vem aumentando progressivamente e a disposição final inadequada tem gerado sérios desconfortos ambientais e sanitários. Os resíduos sólidos orgânicos ainda são dispostos inadequadamente em sua maioria. A compostagem surge como uma alternativa para o tratamento dessa fração dos resíduos proporcionando produção de adubo, geração de energia, emprego e renda, diminuição da contaminação dos recursos naturais, além da redução do volume de resíduos depositados em aterros sanitários e lixões. Um dos caminhos para a solução dos problemas relacionados com os resíduos sólidos orgânicos é o gerenciamento destes, que consiste em ações relacionadas ao controle da geração, armazenamento, coleta, transporte e disposição final. Esse trabalho tem por objetivo apontar os impactos ambientais no Brasil causados pela ausência do gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos gerados pela população brasileira, assim como propor técnicas de mitigação e tratamento desses resíduos. A elaboração se deu por meio uma revisão bibliográfica, apresentando um caráter teórico. Considerando o significativo volume desses resíduos que são gerados diariamente no Brasil, é possível afirmar que existe um grande desperdício de alimentos pela população, o que determina e fundamenta a importância de reduzir a produção deste resíduo e de aproveitar ou reciclar aquilo que é produzido.

Palavras-chave: Resíduos orgânicos. Impactos ambientais. Gerenciamento de resíduos. Compostagem.

ABSTRACT

With the large population growth, the amount of waste produced is progressively increasing and the inadequate final disposal has generated serious environmental and sanitary discomfort. Organic solid waste is still mostly inadequately disposed. Composting emerges as an alternative for treating this fraction of waste by providing manure production, power generation, employment and income, reducing contamination of natural resources, and reducing the volume of waste deposited in landfills and dumps. One of the ways to solve problems related to organic solid waste is the management of these, which consists of actions related to the control of generation, storage, collection, transportation and final disposal. This paper aims to point out the environmental impacts in Brazil caused by the lack of management of organic solid waste generated by the Brazilian population, as well as to propose techniques for mitigation and treatment of this waste. The elaboration took place through a bibliographical revision, presenting a theoretical character. Considering the significant volume of these wastes that are generated daily in Brazil, it is possible to state that there is a great waste of food by the population, which determines and substantiates the importance of reducing the production of this waste and to take advantage of or recycle what is produced.

Keywords: Organic waste. Environmental impacts. Waste management. Composting.

1 INTRODUÇÃO

O estilo de vida urbano, caracterizado pela falta de tempo, exige praticidade, acarretando em 2018 uma geração de 800 milhões de toneladas de resíduos orgânicos, segundo dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o que corresponde a mais de 50% do total resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, define resíduos como “restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo apresentar-se no estado sólido, semi-sólido ou líquido” (ABNT, 2004).

Uma das problemáticas ambientais é a produção dos resíduos sólidos orgânicos e a necessidade de tratá-los corretamente. Segundo Soares (2009) os resíduos sólidos orgânicos, quando descartados inadequadamente, atingem diretamente o meio ambiente por promoverem a poluição do ar pela liberação de gases tóxicos, do solo através da infiltração dos líquidos percolados, dos recursos hídricos com a conseqüente redução do oxigênio, dentre outros impactos.

O tratamento desses resíduos orgânicos poderia propiciar: desativação de diversos lixões existentes; eliminação de vários focos de poluição ambiental (solo, ar, recursos hídricos); controle de proliferação de vetores biológicos de grande significação na transmissão de doenças infecciosas; eliminação da prática de “catação” de lixo por homens, mulheres e crianças; geração de empregos diretos e indiretos (SOARES, 2009).

Por intermédio da Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS tornou-se exequível aliar o desenvolvimento social, econômico e ambiental a fim de tratar a problemática dos resíduos sólidos, com a prática de hábitos sustentáveis e a destinação final ambientalmente adequada.

Portanto, um dos caminhos para a solução dos problemas relacionados com os resíduos sólidos orgânicos é a gestão e o gerenciamento destes, que consiste em ações relacionadas ao controle da geração, armazenamento, coleta, transporte, processamento e disposição de resíduos sólidos de maneira que esteja de acordo com os melhores princípios de saúde pública, economia, engenharia, conservação dos recursos naturais, estética e outras considerações ambientais e que, também,

possa representar as atitudes e mudanças de hábitos da comunidade (BRAGA E DIAS, 2008).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apontar os impactos ambientais no Brasil causados pela ausência do gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos gerados pela população brasileira, assim como propor técnicas de mitigação e tratamento desses resíduos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento da geração anual de Resíduos Sólidos Orgânicos no Brasil;
- Indicar os impactos ambientais causados pela ausência do gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos gerados pela população brasileira;
- Apresentar técnicas de tratamento e destinação final para Resíduos Sólidos Orgânicos
- Demonstrar os benefícios adquiridos com a eficiência do gerenciamento;

2 JUSTIFICATIVA

O aumento do consumo pela população tem causado um crescimento progressivo na geração de resíduos sólidos orgânicos - RSO. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017) esse crescimento foi de 2,1 toneladas por dia em relação ao ano anterior, totalizando um aumento de 1%.

A ausência do gerenciamento destes resíduos pode acarretar em uma destinação inadequada, onde a produção de chorume, a liberação de gases, a contaminação do solo e de aquíferos subterrâneos, o mau cheiro e prejuízos à saúde pública seriam possíveis impactos decorrentes de tais resíduos.

Ainda segundo ABRELPE (2017) são gerados 214,8 mil toneladas de resíduos sólidos por dia no Brasil, sendo que o resíduo orgânico representa 57,4% desse resíduo diário, de acordo com o IPEA (2017). Diante deste número torna-se indispensável a atuação do engenheiro ambiental e sanitário, sendo este um dos profissionais responsáveis pelo gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos, o que é uma prática imprescindível para a preservação do meio ambiente.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado por meio de uma revisão bibliográfica, apresentando um caráter teórico. Foram realizadas buscas por literaturas relativas ao assunto em estudo e artigos publicados na internet e que possibilitaram que este trabalho tomasse formato para sua fundamentação.

Como critérios para inserção das referências bibliográficas, foram utilizados trabalhos publicados nas bases de dados Scientific Electronic Library Online - SCIELO e Google Acadêmic e revistas científicas correlatas a área de Engenharia Ambiental e Sanitária, no período 2003-2019. Admite-se este critério pela credibilidade das informações.

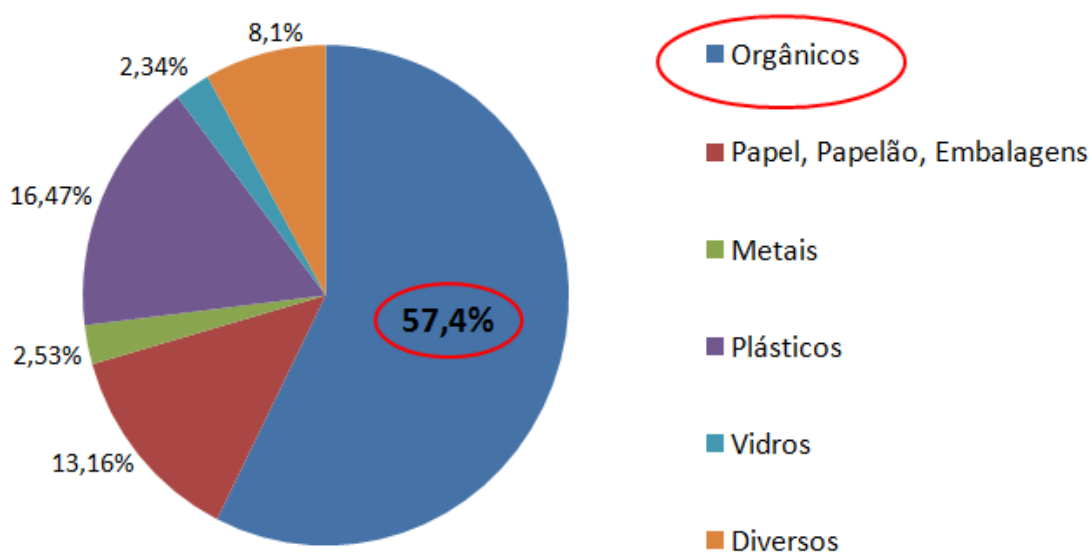
Realizada a busca nas bases de dados foram selecionadas as publicações. Estas serviram de objeto de análise, seguindo-se a leitura de seus títulos e resumos. Posteriormente, foram selecionados os textos para serem lidos na íntegra e estes permaneceram como fonte de dados para esta pesquisa.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Levantamento da geração anual de Resíduos Sólidos Orgânicos no Brasil

O Brasil é considerado um dos dez países que mais desperdiçam alimentos no mundo, de acordo com o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Orgânicos (PGIRO, 2011). Segundo pesquisa realizada pela ABRELPE em 2017, são gerados 214,8 mil toneladas de resíduos sólidos por dia no Brasil, sendo que o resíduo orgânico representa 57,4% desse resíduo diário, de acordo com o IPEA (2017) e conforme se verifica no gráfico 1.

Gráfico 1 - Perfil da geração de resíduos urbanos no Brasil



FONTE: Adaptado de IPEA (2017)

No Brasil os resíduos sólidos orgânicos ainda são dispostos inadequadamente em sua maioria, resultantes da falta de conhecimento quanto ao seu potencial de aproveitamento e dos danos ambientais que ocasionam. Ainda segundo o CEMPRE (2015) somente 5% desses resíduos são reciclados enquanto os demais são enterrados, queimados ou lançados a céu aberto.

O Ministério do Meio Ambiente define os resíduos orgânicos como:

Resíduos constituídos basicamente por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas. Podem ter diversas origens, como doméstica ou urbana (restos de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de agroindústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos...), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras [...] São materiais que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza (MMA, 2017. p.1).

Quando geridos e dispostos incorretamente, os resíduos sólidos causam impactos socioambientais negativos, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar, proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (BESEN *et al.*, 2010).

Portanto um dos caminhos, para a solução dos problemas decorrentes dos resíduos sólidos orgânicos envolve o gerenciamento. Esse consiste em ações relacionadas ao controle de geração, armazenamento, coleta, transporte, processamento e disposição final adequada.

4.2 Impactos causados pela ausência do gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos gerados pela população brasileira

A questão ambiental sempre esteve presente em várias discussões desde que a relação com a natureza foi sendo afetada pelos interesses econômicos.

Segundo GRIPPI (2001), desde a antiguidade os seres humanos vêm fazendo uso e abuso dos recursos ambientais. Em tempos remotos, a eliminação dos resíduos não representava um problema, já que a população era diminuta e a quantidade de terreno para armazenamento dos resíduos era vasta. Com o avanço das cidades, a série de problemas da ausente gestão de resíduos intensificou-se e passou a ocasionar as primeiras problemáticas ambientais.

Atualmente é gradual a preocupação da sociedade com a destinação dos resíduos sólidos. Dentre os possíveis motivos que levam a esse aumento estão o desenvolvimento demográfico e industrial, a urbanização, as 214,8 toneladas de resíduos gerados diariamente no Brasil (ABRELPE, 2017), o ostensivo descuido do poder público e a falta de educação ambiental de muitos cidadãos.

Em decorrência desses fatores, segundo o Instituto GEA (2009), o lixo vem se tornando o grande problema dos centros de consumo, pois, a cada dia cresce a quantidade de resíduos gerados, e faz com que seja indispensável uma política pública específica destinada à coleta, tratamento e destinação final dos resíduos.

Os resíduos tornaram-se um transtorno presente em todo o território brasileiro, intensificado pela disposição final inadequada dos rejeitos, o que além de gerar sérios desconfortos ambientais e sanitários, podem inviabilizar, até mesmo em médio prazo, a sociedade humana (CALDERONI, 2003).

O agravamento dessa problemática, a nível nacional, é causa de conflitos sociais, ambientais, sanitários, entre outros. O crescente volume de resíduos orgânicos, estimado em 123,3 toneladas diárias (IPEA, 2017) oriundos de atividades agrícolas, agropecuárias, industriais demanda recursos que possibilitem a redução dos impactos negativos causados pela disposição final dos Resíduos Sólidos Orgânicos - RSO.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, define o gerenciamento de resíduos sólidos como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (PNRS, 2010, art 3º, inciso X)

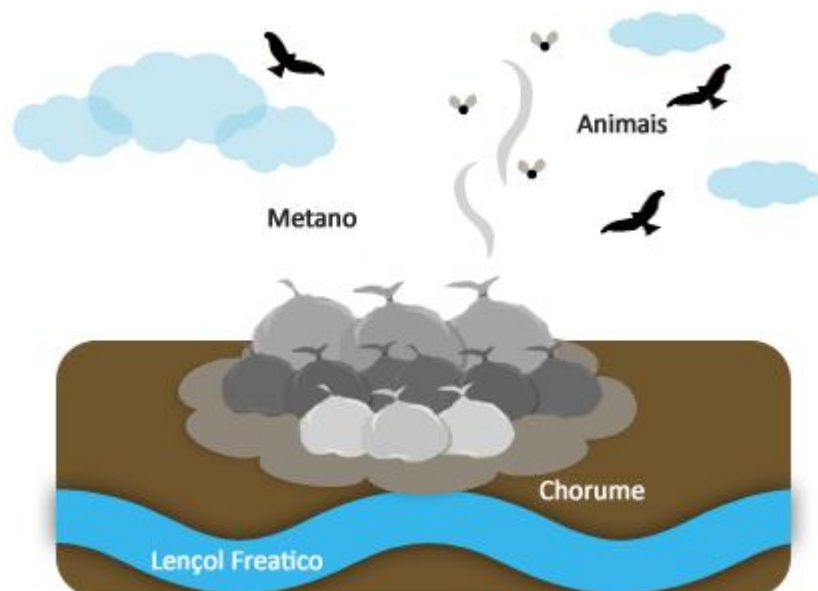
Segundo PGIRO (2011) para o gerenciamento dos resíduos orgânicos, é imprescindível dimensionar suas operações. Considera-se: a redução ou minimização; coleta seletiva; tratamento e valorização; disposição final. A redução ou minimização é apontada pelo PGIRO como a primeira e mais relevante operação. É a qual está diretamente associada ao comportamento do gerador e refere-se a este como o responsável pela prevenção do desperdício.

Já as etapas do gerenciamento dos resíduos orgânicos devem estar de acordo com o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos - PGRS e estas também devem respeitar a seguinte ordem: geração; acondicionamento; coleta e transporte; transbordo; destinação final; disposição final.

Na falta desse gerenciamento os resíduos podem ser destinados para lixões, onde a sua disposição é realizada a céu aberto, sem cobertura e compactação em terreno sem preparo prévio, monitoramento ou tratamento como ilustra a figura 1. Este acarreta diversos impactos ambientais acentuando, dentre outros fatores, a

contaminação do solo e do lençol freático pelo chorume produzido e a proliferação de vetores, o que representam grave ameaça à saúde humana.

Figura 1 - Disposição final de resíduos em lixão



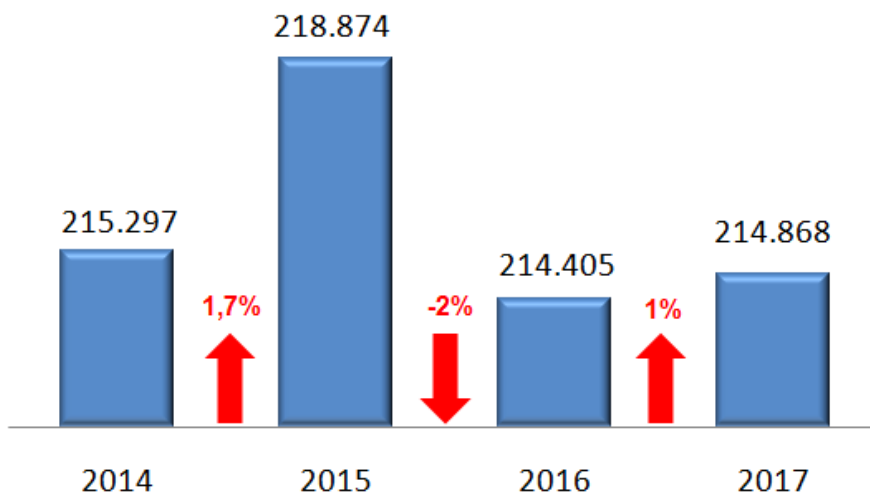
Fonte: IASB (2017)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela lei nº 12.305/2010, em seu artigo 54, estabeleceu a extinção dos lixões até o ano de 2014. Entretanto o senado federal aprovou em 2015 o Projeto de Lei nº 2289/2015 prorrogando o prazo para encerramento dos lixões até 2021 obedecendo a critérios de acordo com o porte populacional dos municípios.

4.3 Técnicas de tratamento e destinação final para RSO

Entre 2014 e 2017 a média do crescimento populacional brasileiro foi de 0,78% ao ano, segundo pesquisas realizadas pela ABRELPE nos referidos anos. O gráfico 2 apresenta a geração diária de resíduos sólidos urbanos no Brasil neste período.

Gráfico 2 - Geração de RSU no Brasil (t/dia)



FONTE: Adaptado de ABRELPE (2017)

É sabido que grande parte dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU do Brasil é constituída de resíduos orgânicos. Segundo a ABRELPE, essa parte refere-se a 57,4% do total de resíduos gerados no país, o que equivale a aproximadamente 123,3 toneladas diárias.

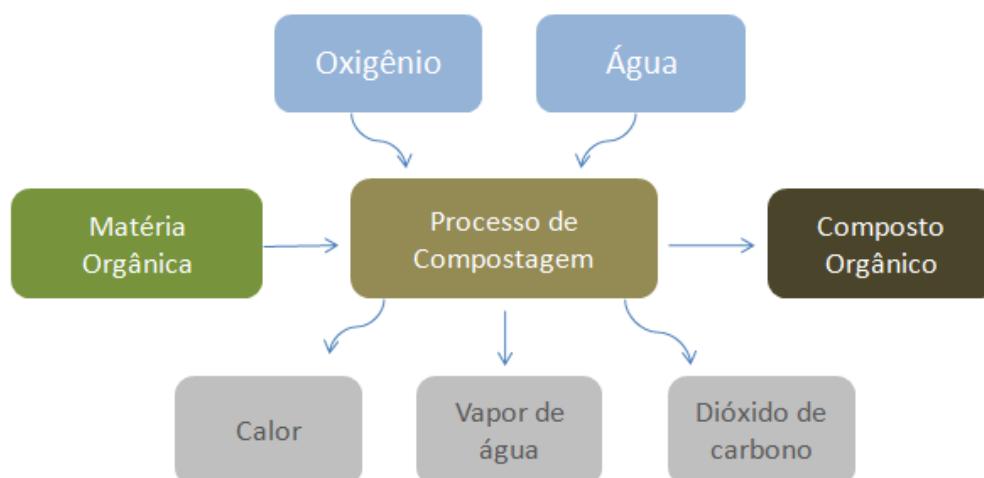
Como possíveis opções de tratamento e destinação final, estão a compostagem, a biodigestão anaeróbica e o aterro sanitário.

4.3.1 Compostagem

A compostagem é um processo biológico de decomposição e de reciclagem da matéria orgânica conforme esquematizado na figura 2. Por conter restos de origem animal ou vegetal forma um composto rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio (OLIVEIRA *et al*, 2005) que quando adicionado ao solo podem melhorar suas características físicas, físico-químicas e biológicas (PEREIRA *et al*, 2012).

A técnica trata-se de um processo simples e economicamente viável, através do qual é possível diminuir o volume de resíduo orgânico produzido, os problemas de contaminação de solo e rios, além de reduzir também o volume dos resíduos depositados nos aterros sanitários (MENDONÇA *et al*, 2017).

Figura 2 - Processo de compostagem orgânica



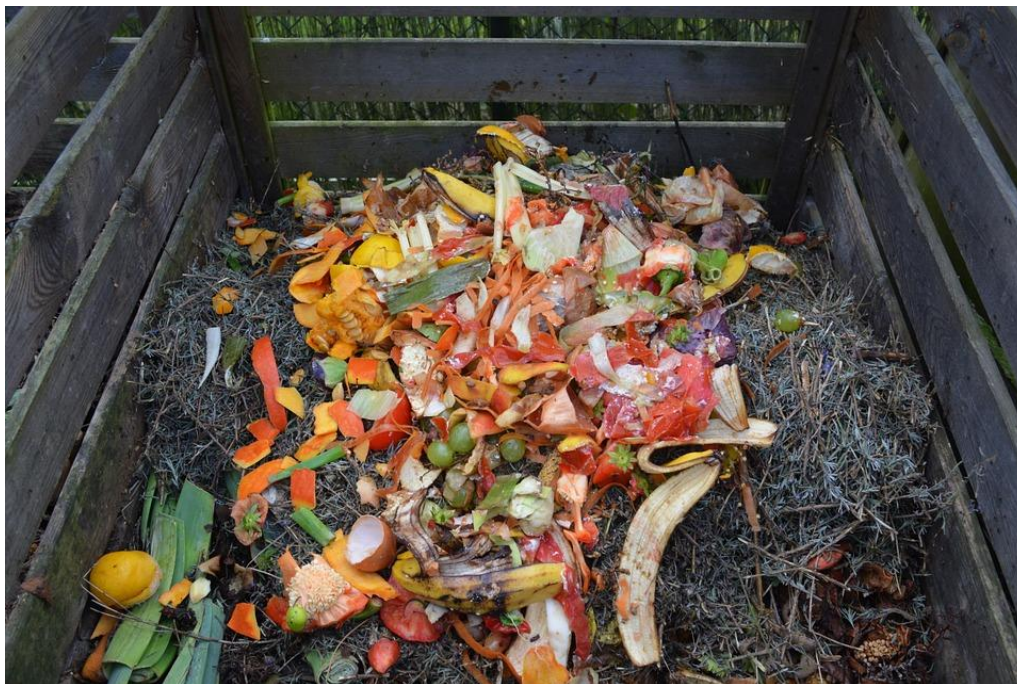
Fonte: Adaptado de PGIRO, 2011

A compostagem pode ser realizada de três formas: por amontoamento em pilhas, em composteira ou por aterramento (WANGEN E FREITAS, 2010). A forma deve ser definida a partir do espaço disponível para implantação e da quantidade de resíduos a ser decomposto.

Ainda segundo Wangen e Freitas (2010) a escolha do local para a realização da compostagem deve ser analisada quanto à facilidade de acesso, incidência de sol e ocorrência de sombra, anteparo contra vento e solo permeável. A relevância destes aspectos se dá pela intervenção que fazem sobre as condições básicas para o processo de compostagem da matéria orgânica: a presença de microorganismos (fungos, bactérias e actinomicetos), aeração, umidade e temperaturas propícias (WANGEN E FREITAS, 2010 *apud* Oliveira *et. al*, 2004).

Com o local definido, para dar origem a composteira ilustrada na figura 3, deve-se empilhar matéria seca (folhas, palha, serragem) em camadas de no máximo 30 cm e, como continuidade, uma fina camada de esterco animal. A irrigação deve ser feita de forma a obter uma boa distribuição da umidade no interior do monte. Durante a compostagem ocorre liberação de calor devido à degradação microbiológica dos substratos orgânicos, resultando em aumento de temperatura (OLIVEIRA *et al*, 2005).

Figura 3 - Composteira orgânica

FONTE: OLIVEIRA *et al* (2005)

4.3.2 Biodigestão anaeróbica

No processo de biodigestão anaeróbica acontece a degradação biológica da matéria orgânica em condições anaeróbicas, ou seja, sem presença de oxigênio gasoso. Trata-se de uma alternativa de baixo custo subordinando-se a escala e local de implantação, é de fácil manejo e promissora em virtude das altas taxas de produção de biogás, tornando-se uma técnica eficiente para tratar efluentes gerados por atividades industriais e agrícolas que possuem altas taxas de matéria orgânica (CASSINI, 2003). A figura 4 ilustra a referida técnica.

Figura 4 - Biodigestor anaeróbico (sistema de tratamento de dejetos bovinos)



FONTE: Adaptado de ASSIS, 2018

O tratamento anaeróbico da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos vem se popularizando nos últimos anos. A conversão desses resíduos em biogás oferece alternativa energética e benefícios ao meio ambiente (BOUALLAGUI *et.al*, 2003) por apresentar ampla magnitude estratégica ao viabilizar seu aproveitamento como fonte de energia e contribuir para o controle das emissões de metano na atmosfera, já que possui o potencial de aquecimento global vinte vezes mais que o gás carbônico (SANTOS, 2012). Segundo ASSIS (2018) esse tratamento também ocasiona a atenuação da poluição do solo e dos recursos hídricos.

De acordo com ELK (2007), o início do processo da biodigestão acontece quando o oxigênio fica obstruído na massa de resíduos, decorrente do amontoamento destes. Ainda segundo a autora, a degradação anaeróbica pode gerar gases por mais de 30 anos e ao longo desse período as formações e as quantidades gasosas são desiguais, subordinando-se às fases da degradação anaeróbica dos resíduos.

4.3.3 Aterro sanitário

O aterro sanitário é uma obra de engenharia projetada sob critérios técnicos, cuja finalidade é garantir a disposição dos resíduos sólidos urbanos sem causar

danos à saúde pública e ao meio ambiente (ELK, 2007). Inexistindo outras técnicas para tratar os resíduos orgânicos, é a alternativa mais indicada para minimizar os efeitos nocivos dos efluentes oriundos da degradação desse tipo de resíduo (PGIRO, 2011). A figura 5 ilustra o controle eficaz e seguro do processo, onde, segundo ELK (2007), o solo é impermeabilizado, recebe tratamento e monitoramento constantes e os gases tóxicos produzidos são aproveitados como fonte de energia.

Figura 5 - Aterro Sanitário



Fonte: MAGALHÃES, 2019

Esta forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos segue as normas preestabelecidas pela Lei 12.305/2010, instituída pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, com objetivo de minimizar os riscos à saúde pública e problemas ambientais. Nessa perspectiva, a localização do aterro deve ser criteriosamente selecionada, planejada e preparada.

Segundo AMARA (2018) para a implantação de um aterro sanitário são necessários estudos geológicos e topográficos para selecionar a área destinada à instalação de forma que não haja possibilidade de comprometimento do meio ambiente. Após definição, inicia-se a impermeabilização do solo com combinações

de argila e da lona plástica de impermeabilização do tipo PEAD (polietileno de alta densidade). O intuito é evitar as infiltrações dos líquidos percolados no solo, os quais são captados (drenados) por meio de tubulações e escoados para a lagoa de tratamento.

Um aterro com aproximadamente 1 milhão de toneladas, peculiar de uma cidade de 300 mil habitantes, pode ter uma potência próxima a 1 MW de energia elétrica por uma década (ELK, 2007 *apud* ZULAUF, 2004). Entretanto, o aterro sanitário possui uma vida útil de aproximadamente 20 anos (PIÑAS, *et.al* 2016) o que é considerado um curto prazo, e quando desativados continuam gerando gases e percolado, causando impactos ao meio ambiente e à saúde humana.

4.4 Benefícios adquiridos com a eficiência do gerenciamento

Gerenciar os resíduos é desenvolver ações operacionais, normativas, financeiras e de planejamento baseadas em parâmetros sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor os resíduos empregando as melhores técnicas na busca do enfrentamento do problema (SHALCH *et al*, 2002).

No gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos, a sustentabilidade ambiental e social se constrói a partir de modelos e sistemas integrados, que possibilitem tanto a redução do resíduo gerado pela população, como a reutilização de materiais descartados e a reciclagem dos materiais que possam servir de matéria prima para a indústria, diminuindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI, 2005).

A capacidade de geração de renda através do mercado brasileiro de reciclagem é significativa (CEMPRE, 2015). Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, o país deixa de faturar aproximadamente R\$8 bilhões por ano ao enterrar ou destinar para aterros e lixões materiais que poderiam ser reciclados. Os dados ainda revelam que, dos 30% do montante de resíduos sólidos urbanos passíveis de reaproveitamento e reciclagem, apenas 13% gerados no país vão para reciclagem (IPEA, 2017).

Com a Proposta de Plano Nacional de Resíduos Sólidos é esperada a expansão do mercado de recicláveis no país, fundamentado na coleta seletiva e na criação de cooperativas de catadores que contam com investimentos públicos e

empresariais amparados pela responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos (NASCIMENTO *et al*, 2015).

Segundo Karpos (2018) muitos alimentos orgânicos comercializados viram resíduos depois de algum tempo e têm como destinação final aterros e lixões. Entretanto, os resíduos orgânicos possuem propriedades peculiares como o elevado teor de nitrogênio, fósforo e potássio capazes de criar fertilizantes (OLIVEIRA *et al*, 2005) e gerar energia com o biogás (ASSIS, 2018). Desta forma o gerenciamento promove benefícios ambientais, econômicos e sociais, uma vez que possibilita o convívio simétrico entre a sociedade e os resíduos que essa produz (FARIA E FERNANDES, 2015).

Quando se trata da questão ambiental os benefícios caracterizam-se pela: poupança de recursos naturais; redução da poluição do solo, água e ar; melhoria na qualidade de vida da população e limpeza das cidades; prolongamento da vida útil dos aterros sanitários; crescimento da produção do composto orgânico; geração de empregos para a população não qualificada; formação de uma consciência ecológica (CUNHA, 2012). Todos esses benefícios são capazes de proporcionar a redução dos problemas ambientais e de saúde pública, assim como os econômico-sociais decorrentes da disposição inadequada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Brasil encontra-se entre os 10 países que mais produzem resíduos sólidos urbanos - RSU em escala mundial (NETO, 2019). Segundo o PGIRO (2011) o país também está entre os 10 maiores produtores de resíduos sólidos orgânicos - RSO. Entre os anos de 2014 e 2017 a ABRELPE verificou que a média da geração per capita de RSU era de aproximadamente 1,05 kg/hab/dia, totalizando 215,861 toneladas diárias. Deste valor 57,4% representam os resíduos orgânicos (IPEA, 2017) sendo reflexo do desperdício excessivo e acarretando graves problemas socioambientais (CAPRARA, 2016).

Segundo o The World Bank (2012) a geração de RSU está possivelmente relacionada ao nível de renda de uma população. Todavia, o continente africano, onde há mais fome e desnutrição, é o que mais descarta alimentos. A tabela 1 destaca a grande quantidade de resíduos orgânicos que são descartados e apresenta a geração e composição do RSU no mundo por nível econômico dos países.

Tabela 1 - Geração e composição dos RSU no mundo por nível econômico dos países

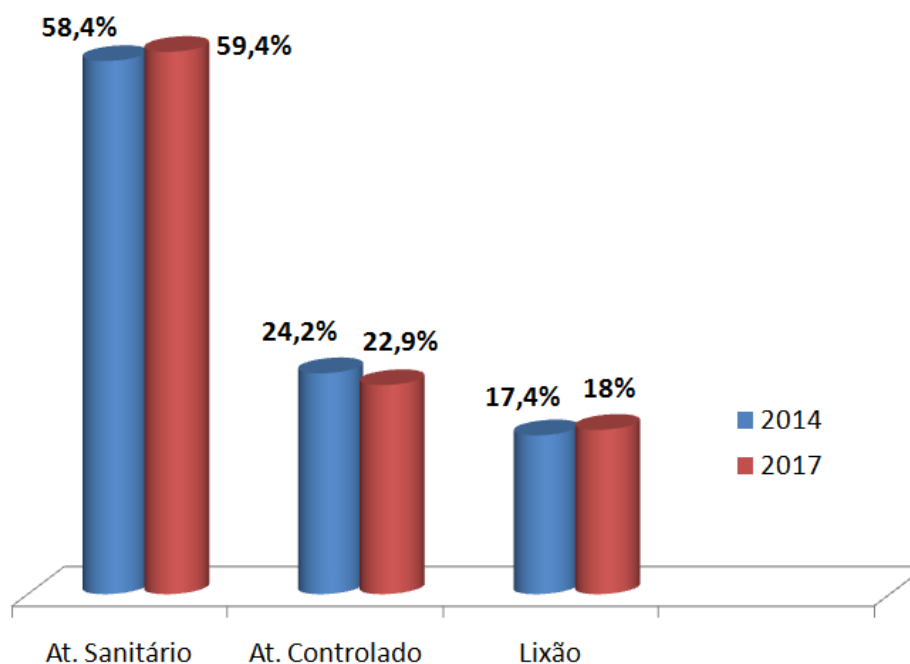
NÍVEL DE RENDA	TOTAL (milhões/ toneladas)	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA					
		Orgânicos	Papel	Plástico	Vidro	Metal	Outros
Baixa	75	64%	5%	8%	3%	3%	17%
Média	612	57%	11%	11%	4%	3%	14%
Alta	602	28%	31%	11%	7%	6%	17%
Média Mundial	1.289	44%	20%	11%	5%	4%	15%

FONTE: Adaptado de NETO (2019)

Segundo MENEZES, 2016 os resíduos que caracterizam “outros” na tabela acima podem ser classificados como: Resíduos de construção civil, madeira, borracha, tecidos e couro.

No último panorama da ABRELPE, realizado em 2017, a associação constatou que no Brasil foram coletados diariamente 196,050 toneladas de RSU, 0,4% a mais que o registrado em 2014. Deste montante 59,1% são encaminhados para aterros sanitários. Ainda segundo a ABRELPE, destinações inadequadas para lixões e aterros controlados, que possuem elevado potencial poluidor ao ambiente e à saúde pública, recebem 40,9% dos RSU gerados no país. No gráfico 3 há um comparativo entre os tipos de disposição final dos RSU nos anos de 2014 e 2017.

Gráfico 3 - Disposição final dos RSU brasileiros



FONTE: Adaptado de ABRELPE

Os resíduos sólidos orgânicos ainda são dispostos inadequadamente em sua maioria. Segundo o CEMPRE (2015) somente 5% das 123,3 toneladas diárias são reciclados por unidades de compostagem enquanto os demais são enterrados, queimados ou lançados a céu aberto (PGIRO, 2011).

A compostagem no Brasil ainda é pouco utilizada. Dados apontam que apenas 211 municípios possuem unidades de compostagem com destaque para o estado de Minas Gerais que contabiliza 78 unidades (CEMPRE, 2015). Esse

processo torna-se difícil devido à ausência da segregação dos resíduos orgânicos na fonte geradora e, conseqüentemente, sua contaminação inviabiliza a reutilização do composto (IBGE, 2011).

O composto orgânico pode ser utilizado em jardins, hortas, base para plantas e para adubação do solo na produção agrícola em geral devolvendo à terra nutrientes como o nitrogênio, fósforo e potássio e substituindo o uso de fertilizantes sintéticos (OLIVEIRA *et al*, 2005). A reciclagem de RSO através da compostagem é uma opção de tratamento que oferece vantagens diretas e indiretas como a minimização dos riscos à saúde pública e do impacto ambiental, além da oportunidade para geração de empregos (SANTOS, 2017 *apud* SENG *et.al.* 2013).

Segundo ODSWEEK (2019) o processo de compostagem traz uma alternativa de gestão de resíduos descentralizados e de agricultura urbana, podendo gerar renda à população, sensibilização quanto a questão ambiental e incentivo à destinação adequada dos resíduos orgânicos.

Ainda segundo o projeto, a iniciativa estimula a inclusão social produtiva e o engajamento social, favorece o aproveitamento racional do uso do solo para produção de alimentos e pode melhorar a qualidade alimentar das famílias. Pela perspectiva ambiental, a gestão de resíduos ocasiona a diminuição da emissão de gases e dos riscos de contaminação do solo e dos recursos hídricos uma vez que proporciona a redução da geração e a destinação adequada dos resíduos (ODSWEEK, 2019).

6 CONCLUSÃO

A fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos é de grande importância para mudar os rumos do gerenciamento de resíduos orgânicos. Considerando o significativo volume desses resíduos que são gerados diariamente no Brasil, é possível afirmar que existe um grande desperdício de alimentos pela população, o que determina e fundamenta a importância de reduzir a produção deste resíduo e de aproveitar ou reciclar aquilo que é produzido.

As exigências do mercado consumidor vêm fazendo com que as empresas repensem a sua gestão ambiental dando enfoque à sustentabilidade do produto ofertado. A compostagem, uma forma de tratamento de RSO incluída nas leis nacionais de saneamento e na Política Nacional de Resíduos Sólidos, proporciona ganhos econômicos, ambientais e sociais através da redução dos custos do transporte e destinação para o aterro, o conseqüentemente aumento da vida útil deste, além da geração de renda advinda da comercialização do composto orgânico, o qual pode ser usado como fertilizante de alta qualidade nutricional e biológica.

Essa técnica apresenta-se como uma alternativa viável para a atenuação da disposição em aterro sanitário, passando a atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece que somente os rejeitos devem ser dispostos em aterros e garante, assim, o sucesso do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos no Brasil e a conseqüente minimização dos impactos causados ao meio ambiente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei 12.305 de 2010, prevê, no artigo 36, inciso V, a imprescindibilidade de implantação “de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e a articulação com os agentes econômicos e formas sociais de utilização do composto produzido”. Deste modo, resíduos orgânicos não devem ser classificados como rejeitos, e incentivos para viabilizar sua reciclagem devem ser parte do plano de gestão em escala domiciliar, comunitária, institucional, industrial e municipal.

Através da revisão bibliográfica conclui-se que existe uma considerável geração de resíduos sólidos orgânicos, a qual é suficiente para que o método da compostagem seja adotado e obtenha ganhos econômicos e ambientais significativos. Entretanto a técnica mais utilizada no Brasil ainda é a destinação para aterros sanitários, sendo considerada pelas empresas geradoras de resíduos uma

solução mais prática, pois evita desafios como a responsabilidade compartilhada, a necessidade de investimentos, a assimetria jurídica dentro dos acordos setoriais sobre a logística reversa e o engajamento de todos os atores sociais que devem participar do processo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10004 – **Classificação de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo – SP: ABRELPE 2017.

AMARA, J. L. S. **Aproveitamento energético de biogás no aterro sanitário de Goiânia, Goiás**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Pró-reitoria de ensino de educação a distância. Curso de especialização em elaboração e gerenciamento de projetos para a gestão municipal de recursos hídricos. Goiânia, 2018.

ASSIS, Priscilieli Mercedes. **Estudo Interlaboratorial em Digestão Anaeróbia para Avaliação do Potencial Metanogênico Específico**. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) – Faculdade Doctum Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2018.

BESEN, G. R. et al. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. São Paulo: ExLibris, 2010.

BOULLAGUI, H.; BEN CHEIKH, R.; MAROVANI, L.; HAMDY, M. **Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester**. *Bioresource Technology*, Kidlington, v.86 n.1, p.85-89, 2003.

BRAGA, M. C; DIAS, C. N. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. Volume I. Curitiba, 2008.

BRASIL. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Ministério do Meio Ambiente. Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio - Brasília, DF: MMA, 2017.

BRASIL. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. **Política nacional de resíduos sólidos** [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação; n. 81)

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2289/ 2015. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=155533>

1. Acesso em: 31 de out. de 2019.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4 ed. São Paulo: Humanitas/FFLCH-USP, 2003.

CAPRARA, P. T. **Utilização da compostagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil: avaliação dos problemas ocorridos no passado e considerações para projetos futuros**. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2016.

CASSINI, S. T. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>. Acesso em: 27 de out. de 2019.

CUNHA, A. L. **O gerenciamento dos resíduos sólidos visto como equilíbrio social, ambiental e financeiro**. Pós-graduação em Gestão de Projetos. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1153. Acesso em: 31 de out. de 2019.

ELK, A. G. H. P. V. **Redução de emissões na disposição final**. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos). Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

FARIA, A. B. de; FERNANDES, J. G. **Proposta de gerenciamento de resíduos sólidos para o restaurante Dom Gourmet, com base na identificação da composição gravimétrica**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, 2015.

GALBIATI, A. F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem**. Minas Gerais, 2005. Disponível em: http://www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92.html. Acesso em: 27 de out. de 2019.

GRIPPI, S. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para prefeituras brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

IASB - Instituto das Águas da Serra da Bodoquena. Bonito, MS. Disponível em: <http://iasb.org.br/noticia/chorume-produzido-em-lixoes-contamina-fontes-de-agua-em-todo-o-pais>. Acesso em: 08 de out. de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO GEA – Ética e Meio Ambiente. **Qual o problema do lixo?** Paraíso – SP. São Paulo: 2009. Disponível em: <http://www.institutogea.org.br/lixo/o-problema-lixo/>. Acesso em: 11 de set. de 2019.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária**. Brasília: Ipea, 2017.

KARPOS. **Representação Comercial de Alimentos Orgânicos**. PAS – Programa Alimento Seguro. Campinas, 2018. Disponível em: <http://www.karpos.com.br/gerenciamento-de-residuos-organicos>. Acesso em: 27 de out. de 2019.

MAGALHÃES, A. **Projeto Interação**. Departamento de Ciências Sociais. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.projetointeracao.ufv.br/?informativos=o-que-voce-sabe-sobre-o-aterro-sanitario-de-vicosa> Acesso em: 08 de out. 2019.

MENDONÇA, D. S. M; ZANG, J. W; FONSECA-ZANG, W. A. **Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos sólidos na área do lixão e aterro controlado no município de Inhumas – GO**. Caderno de Geografia, v. 27, nº 50, 2017.

MENEZES. R. O. **Análise estatística da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos do município de Juiz de Fora – MG com base no perfil socioeconômico**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Juiz de Fora, 2016.

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**. *Revista Ambiente e Água* [online]. 2015, vol.10, n.4, pp.889-902. ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1635>. Acesso em: 06 de nov. de 2019.

NETO. O. P. R. **Gestão de resíduos sólidos** [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1).

ODSWEEK. **Implantação de pátios de compostagem e hortas comunitárias em projetos de habitação social e de urbanização de comunidades**. Prefeitura de Niteroi. Niteroi, 2019.

OLIVEIRA, A. M. G; AQUINO, A.M; NETO, M. T. C. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 6p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 76)

PEREIRA, M. S. et al. **Compostagem na escola**. Manaus v. 1, n. 1, 2012.

PIÑAS, J. A. V; VENTURINI, O. J; LORA, E. E. S; OLIVEIRA, M. A; ROALCABA, O. D. C. **Aterros sanitários para geração de energia elétrica a partir da produção de biogás no Brasil: Comparação dos modelos LandGEM (EPA) e Biogás (Cetesb)**. Revista Brasileira de Estudos de População. Vol 33. Nº1. São Paulo jan/abr. 2016.

Pinheiro, Eualdo Lima. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos orgânicos – PGIRO/** Eualdo Lima Pinheiro, Gleice Kelly Ribeiro Martins, Luciana do Nascimento Dias - Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2011.

SANTOS. A. R. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbico**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, CAA. Núcleo de Tecnologia. Recife, 2012.

SANTOS, J. I. N. **Avaliação da operação das unidades de triagem e compostagem instaladas no estado de Minas Gerais**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.

SHALCH, V; LEITE, W. C. A; JUNIOR, J. L. F; CASTRO, M. C. A. A. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2002.

SOARES, J. P; NETO, J. L. S; **Caracterização e gerenciamento de resíduos orgânicos em restaurantes: estudo de caso em três restaurantes de Palmas - TO**. Palmas , 2009.

THE WORLD BANK. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Urban Development Series Knowledge Papers.** HOORNWEG, D. and BHADA-TAT, P. in March 2012.

WANGEN, D. R.B; FREITAS, I. C. V. **Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos.** Revista Brasileira de Agroecologia. Uberlândia, 2010.