

O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO: UMA FORMA DE DESCARTE ADEQUADO E SUSTENTÁVEL

THE ENERGY USE OF URBAN SOLID WASTE: AN ADEQUATE AND SUSTAINABLE FORM OF DISPOSAL

Ariel Fernandes Pretel¹, Priscila Elise Alves Vasconcelos²

1. Graduação em Direito da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS). Pós-graduanda em Direito Empresarial na Faculdade Legale. Mestranda em Agronegócio na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Endereço eletrônico: adpretel@gmail.com; 2. Graduação em Direito pela Universidade Candido Mendes (UCAM). Mestra em Agronegócios pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Doutora em Direito pela Universidade Veiga de Almeida (UVA, RJ). Pós-Doutorado em Direito das Cidades pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Bolsista Prosup CAPES UVA. Professora substituta da Faculdade de Direito e Relações Internacionais da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD MS). Endereço eletrônico: priscilavasconcelos@ufgd.edu.br

Resumo

A grande problemática enfrentada hodiernamente encontra-se na destinação dos resíduos urbanos. Conforme ocorre o aumento populacional, proporcionalmente aumenta-se a quantidade de resíduos que são descartados de forma indevida, acarretando prejuízos à saúde humana e a contaminação do meio ambiente. Neste sentido, o objeto da presente pesquisa são os resíduos sólidos urbanos, buscando analisar uma forma de destinação sustentável destes resíduos, bem como a possibilidade de sua utilização voltada para o aproveitamento energético, como forma de obter energia renovável e limpa. Desse modo, foi feita uma pesquisa de forma de demonstrar a viabilidade da utilização de resíduos sólidos urbanos no aproveitamento energético, sendo essa uma forma de reduzir a destinação inadequada desses resíduos

Palavras-chave: Biogás, Aproveitamento energético, Aterros Sanitários

Abstract

The great problem faced today, lies in the disposal of urban waste. As the population increase swells, proportionally increase the amount of waste that is disposed os improperly, causing damage to human health and contamination of the environment. In this sense, the object of this research is municipal solid waste, seeking to analyze a fomr of sustainable disposal of these waste, as well as the possibility of its use focused on energy use, as a way to obtain renewable and clean energy. Thus, a research was carried out in order to demonstrate the feasibility ofusing municipal solid waste in energy use, this is a way to reduce the improper disposal of such waste.

Keywords: Biogas, Use Energy, Landfills

1. Introdução

Estima-se que, atualmente, a população mundial corresponda a cerca de 7,7 bilhões de pessoas. E este número não diminuirá nos próximos anos. Com base no relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU), há a previsão que até o final do século XXI, a população mundial atinja a marca dos 11 bilhões de habitantes (REDAÇÃO GALILEU, 2019).

Juntamente com o crescimento da população humana, a produção de resíduos sólidos gerados aumenta de forma alarmante, o que constitui uma problemática para as sociedades atuais e as futuras. Este aumento significativo do “lixo urbano” decorre de alguns fatores dos quais dois são os principais: o aumento do consumo e produção de materiais artificiais (FIORILLO, 2017).

O aumento do consumo possui estreita relação como o crescimento na geração *per capita*, colocada pela sociedade de consumo atual (FIORILLO, 2017), em decorrência dos incentivos ao consumo, bem como o aumento de vendas de produtos. Neste sentido, é relevante destacar um fenômeno base, por meio do qual decorrem estes incentivos e aumento de vendas de produtos, a chamada obsolescência programada.

Criada entre os anos de 1929 e 1930, durante a Grande Depressão, a expressão obsolescência programada foi uma técnica utilizada como um modo de incentivar um modelo de mercado, voltado para a produção em série e no consumo, como um meio de recuperar a economia dos países que foram afetados pela crise da época (MARTINEZ, 2017).

Esta prática consistia na compra de produtos que não tinham uma vida útil prolongada, havendo a necessidade de novas compras. Contudo, apesar de ser um fenômeno iniciado na década de 30, sua utilização faz-se presente ainda nos dias atuais.

Conforme aponta o empresário espanhol Benitos Muros (MARTINEZ, 2017), fundador da empresa OEP Eletrics, os fabricantes planejam seus produtos de forma que estes já tenham uma data final para seu funcionamento. Aliado a isto, encontra-se o segundo principal fator, a produção de materiais artificiais e, conseqüentemente, o aumento de lixo eletrônico.

Esse fator se relaciona com a evolução dos tipos de resíduos gerados em decorrência do desenvolvimento tecnológico. Constantemente, os produtos de base tecnológica se alteram, gerando uma desatualização dos produtos dentro de meses. Em decorrência dessa desatualização, ferramentas úteis do cotidiano, como o meio de comunicação *whatsapp*, tornam-se incompatíveis de serem utilizados em aparelhos que não sejam “recentes” no mercado.

Por consequência, esses produtos tecnológicos são descartados de forma rápida e, muitas vezes, de forma indevida, para que sejam substituídos por outros mais “atuais”, gerando assim, um aumento de lixo tecnológico.

Sob este viés, é notória a necessidade de se pensar em meios alternativos para a destinação do lixo urbano. Dentre estas formas, frisa-se o reaproveitamento destes resíduos como forma de geração de energia, bem como as inovações no tratamento de resíduos sólidos.

Portanto, tecidas as considerações sobre a destinação dos resíduos sólidos com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como os seus possíveis reaproveitamentos, busca-se analisar o reaproveitamento energético com meios tecnológicos destes resíduos. Por conseguinte, procura-se verificar as possíveis medidas que promovam o desenvolvimento e aproveitamento de tecnologias limpas de forma que estas medidas minimizem os impactos ambientais ocorridos pelo aumento dos resíduos sólidos.

Ainda, conforme abordado, o presente trabalho visa explicar sobre os incentivos ao uso de energias provenientes de resíduos sólidos. No que se refere ao processo de formação deste trabalho, foi feito uma pesquisa bibliográfica, casuística e exploratória, tendo como base obras literárias, especializadas, além da utilização de artigos científicos e pesquisas que consubstanciem a temática. Neste sentido, o fim metodológico será uma pesquisa documental e bibliográfica, em que pese à coleta de dados, buscando consubstanciar a temática.

2. A poluição por resíduos sólidos

O crescimento populacional está relacionado diretamente com o aumento da geração de resíduos sólidos. Uma vez que há um aumento considerável destes materiais sem que haja uma destinação adequada surge um problema a ser enfrentado: acúmulo em áreas impróprias.

Com a Conferência das Nações Unidas em Estocolmo (CONFERÊNCIA NACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1972), a década de 1970 foi marcada por um crescente número de leis pautadas no controle de poluição, bem como, no surgimento de entidades governamentais que fiscalizassem as atividades poluentes e vigilassem o meio ambiente. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 1974 trouxe o conceito de poluição, incorporada as legislações que surgiram posteriormente. No Brasil, o conceito da OCDE foi incorporado nas legislações dos estados do Rio de Janeiro, em 1975, e de São Paulo, em 1976.

Sanchez (2013) afirma que, tanto o conceito de poluição da OCDE como das legislações dos estados brasileiros, é a correlação de certas grandezas físicas ou parâmetros “que podem ser medidos e para os quais podem ser estabelecidos valores de referência”, ou seja, os padrões ambientais.

Todavia, segundo Sanchez (2013), apesar de essas leis prezarem por uma conceituação objetiva do que é poluição, a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal n. 6.938 de 1981) não teve a mesma preocupação, igualando o conceito de poluição ao de degradação ambiental.

3. O aproveitamento energético no âmbito da política nacional de resíduos sólidos

O ordenamento jurídico brasileiro passa por constantes evoluções normativas. No âmbito ambiental, as normas de proteção e de incentivo se ampliam e evoluem de forma a abranger as mais diversas áreas que compõem o sistema. Dentre as evoluções neste campo,

destaca-se a evolução normativa pela qual o ordenamento passou até a instituição da Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010, que prevê as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, fala especificamente sobre resíduos sólidos, ao contrário do termo lixo que foi utilizado no artigo 2, inciso XV, da Lei n. 9.966, de 2000 (BRASIL, 2000). Esta ênfase ocorre pelo potencial dos resíduos de serem reutilizados, reciclados ou qualquer outra técnica que possa servir de matéria-prima (VASCONCELOS; VASCONCELOS, 2016).

Tomando como base que o resíduo é o lixo urbano o qual não pode voltar ao meio ambiente por não conseguir mais se reintegrar e ter natureza jurídica de poluente, para Fiorillo (2017) é a ausência de tratamento é o que torna uma atividade poluidora. A ausência de uma política urbana eficaz no tratamento de resíduos é uma das características que definem a natureza jurídica dos resíduos urbanos produzidos como poluentes. Ademais, a partir da análise da classificação dos resíduos sólidos e em decorrência da progressão do aumento, é necessária a intervenção do Poder Público nos diversos estames sociais (FIORILLO, 2017).

Nesse sentido, a possibilidade de resíduos servirem como matéria-prima, encontra-se inserido na recuperação e no aproveitamento energético como um dos objetivos desta Política (BRASIL, 2010). O uso de tecnologias com o intuito de recuperar de forma energética os resíduos sólidos urbanos, pautados na viabilidade técnica e ambiental, bem como na monitoração referente a emissão de gases tóxicos está previsto no art. 9º, p. 1º da Lei 12.305/2010.

4. Meios de destinação sustentável de resíduos sólidos

A partir da análise da classificação dos resíduos sólidos é essencial abordar que em decorrência da progressão do aumento de resíduos, é necessária a intervenção do Poder Público nos diversos estames sociais (FIORILLO, 2017). Ao que se refere aos resíduos urbanos, esta é uma problemática na qual é essencial a intervenção do Poder Estatal como de gerenciar e criar novas alternativas para a destinação destes resíduos.

Neste sentido, algumas formas de tratamento dos resíduos urbanos devem ser analisadas.

Preliminarmente, cabe abordar a regulamentação e regularização das praticas que estejam relacionadas à logística reversa. Esta, por sua vez, tem seu enfoque voltado para a correta destinação de resíduos sólidos, provenientes de equipamentos como os drones (NUNES e VASCONCELOS, 2018).

Em segunda análise, encontra-se o processo de deposição.

Esta constitui na técnica mais antiga de tratamento dos resíduos, consistindo na simples deposição do lixo em diversos espaços ambientais. Esta prática se apresenta como a menos recomendada para utilização. Tal inadequação decorre que a deposição não consiste no uso de

meios preventivos para o meio ambiente. Nesta senda, apesar de possuir um baixo custo, sendo de fácil e rápida implementação, esta pratica possui um enorme grau periculosidade ambiental.

Ainda, um segundo método de tratamento é a compostagem. Esta prática consiste em um processo biológico, ou seja, na atuação de catalisadores de micro-organismos, no qual os resíduos orgânicos se decompõem, tendo como produto final o composto orgânico. Deste modo, recuperam-se os nutrientes presentes nos resíduos orgânicos, levando-os ao seu estado natural, assim como, enriquecendo o solo de nutrientes e deste modo, favorecendo a agricultura ou a jardinagem. Uma das principais vantagens desta pratica consiste na redução do volume de lixo produzido, dando uma correta destinação a este tipo de resíduo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020).

Outra prática relevante a se destacar é a aterragem. Os aterros sanitários consistem em locais apropriadamente adequados para receber o lixo, projetados de forma que sejam minimizados os perigos para a saúde publica e para a segurança (FIORILLO, 2017).

Dentre os aterros, encontra-se outras formas, ou seja, variações de tratamento do lixo que além de viabilizarem uma destinação correta para estes, utilizam estes aterros como meio de geração energética, que será abordado em ao decorrer do presente trabalho.

4.1. Os aterros sanitários como alternativa para novas fontes energéticas

Dentre as formas de tratamento de resíduos sólidos, há os aterros sanitários voltados ao aproveitamento energético. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2019) pode-se dizer que um aterro de resíduos sólidos é como um reator biológico, em que as principais substâncias de entrada consistem nos próprios resíduos e na água, e, nas principais saídas, consistem nos gases liberados e o chorume. O aproveitamento energético dos aterros sanitários está relacionado aos gases produzidos durante a fase de gaseificação, ocorrida no processo anaeróbico.

De acordo com Karina Salomon (2007), o gás formado no aterro durante o processo de gaseificação é composto por diversos outros gases, como o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2), encontrados em maiores quantidade, enquanto outros como a amônia (NH_3), hidrogênio (H_2) e o gás sulfídrico (H_2S) são encontrados em menores quantidades. Um fato relevante a se apresentar é que os gases liberados pelos aterros contribuem de forma significativa para o aumento de “emissões globais de metano” (BORBA, 2006). Neste sentido, encontra-se a importância do Aproveitamento Energético dos Aterros Sanitários.

Essa forma consiste em uma medida adota para se chegar a uma solução sustentável de destinação dos resíduos, bem como uma forma de minimizar os impactos ambientais causados pela excessiva liberação de gases que contribuem para o efeito estufa. É relevante destacar que um dos objetivos para o projeto de aproveitamento energético do Biogás tem por fundamento transformá-lo em “uma forma de energia útil tais como eletricidade, vapor, combustível para caldeiras ou fogões” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020).

Sob este viés, o Ministério do Meio Ambiente juntamente com o Ministério das Cidades desenvolveu o Projeto para Aplicação do Mecanismo de Desenvolvimento do Limpo – MDL -, em 2004. Consiste em uma forma de flexibilização como um meio de auxiliar a redução de emissões de gases de efeito estufa ou de captura de carbono por parte dos países contidos no Anexo I do Protocolo de Quioto (PORTAL BRASIL, 2014).

Deste modo, evidencia-se o interesse do governo de concretizar as metas e medidas proposta presente neste Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, como meio de efetivar a aplicabilidade de projetos, tornando-os mecanismos eficazes para a redução de emissões de gases prejudiciais ao meio ambiente.

5. Outras tecnologias de aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos

Sob o aspecto econômico, há quem sustente que o aproveitamento energético por meio de resíduos sólidos possui desvantagens relevantes de serem mencionadas relacionadas às questões estruturais do aproveitamento do biogás.

Soares (2016) destaca a fração de recuperação do gás produzido nos aterros. Isso ocorre porque não foram constituídos com a finalidade de utilizar o gás, onde a ausência de estrutura adequada faz com que a recuperação se limite ao máximo a 50% (cinquenta por cento). Outra desvantagem é o alto custo da planta de aproveitamento do gás a ser mencionada e analisada está no “alto custo da planta de aproveitamento do gás”. Em termos de engenharia (SOARES, 2016) este elevado custo está ligado as variações e incertezas das taxas de produção do biogás, assim como o decaimento da disponibilidade da produção de gás devido ao tempo de vida útil do projeto.

Nesse sentido, faz-se necessário analisar outras formas de tecnologias atrativas em termos econômicos, como o uso de tecnologia de aproveitamento de resíduos com a incineração. Embora pouco utilizada no Brasil, existem projetos de incineração e aproveitamento energético a serem implementados, como é o caso do projeto URE-Barueri, chamada Usina de Tratamento Térmico de Resíduos Sólidos Urbanos e Recuperação de Energia. Estima-se que esta usina terá a capacidade de abastecer 80.000 (oitenta mil) residências, gerando cerca de 120GWH/ano (SOARES, 2016).

As usinas de incineração ou *waste-to-energy* são conhecidas por produzir vapor a partir da incineração de resíduos onde é acionado uma turbina acoplada a um gerador que irá produzir energia elétrica ou será utilizado em outros processos como industriais ou para aquecimento. Estas usinas podem produzir cerca de 400 e 700KWh por tonelada de resíduos sólidos urbanos (SOARES, 2016).

Outro sistema alternativo ao aterro sanitário é o reaproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos por meio da digestão anaeróbia. Consiste no mesmo processo que ocorre no interior dos aterros sanitários onde são utilizados equipamentos para otimizarem os processos

biológicos e químicos. Durante o processo na digestão anaeróbia ocorre a conversão do material orgânica ali depositado em gases como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e outros gases componentes do biogás, obtido durante a digestão anaeróbia.

Esse processo teve início como um processo industrial, com iniciativa da Índia em 1859, sendo muito utilizado até meados de 1920 em lagoas anaeróbicas. Com os avanços tecnológicos aliados aos avanços no conhecimento deste processo foram criados reatores com a finalidade de otimizar a eficiência e aceleração deste processo (SOARES, 2016).

De acordo com Soares (2016), a quantidade de biogás produzido está relacionada principalmente com a tecnologia empregada durante o processo de digestão. Como exemplo, ele cita a usina de Tilburg, localizada na Holanda, em que a quantidade de resíduos pode chegar a 106m³/t, sendo desta quantidade 75% (setenta e cinco por cento) restos de alimentos e 25% (vinte e cinco por cento) papel não reutilizável.

Um dos pontos negativos para o uso da digestão anaeróbia está relacionado ao alto custo do seu sistema operacional, tornando o investimento neste processo inviável.

Fato relevante a ser mencionado é que em sua obra “Impacto ambiental de tecnologias de tratamento e aproveitamento energético de resíduos sólidos”, Fabio Soares faz comparações entre os métodos de tratamento e aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos aqui abordados, aterros sanitários, incineração e digestão anaeróbia, e chega a algumas considerações relevantes a serem mencionadas.

Soares afirma que o uso isolado da digestão anaeróbia é inviável em termos econômicos, sendo uma das tecnologias mais caras para o aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos. Em uma alternativa intermediária, encontra-se a geração de energia elétrica a partir da obtenção do biogás por aterros sanitários. Acrescenta uma alternativa mais viável economicamente, combinando dois dos processos mencionados: a digestão anaeróbia associada a incineração. Para o autor, apesar do alto investimento para instalação de usinas, a eficiência no aproveitamento e a taxa de conversão em energia elétrica são atraentes (SOARES, 2016).

A tabela 01 demonstra a viabilidade econômica mencionada.

Tabela 1- Custos de investimento, operação e manutenção.

Forma de obtenção energética	Custo de investimento na Usina	Custo operacional da Usina	Vida útil (anos)	Preço de venda da energia elétrica (R\$/MWh)
Biogás de Aterro Sanitário	100.000.000,00	4.524.793,00	30	140,00
Biogás de biodigestores anaeróbicos	120.000.000,00	7.959.502,00	30	140,00
Incineração	300.000.000,00	2.185.628,00	30	140,00
Biodigestão anaeróbica c/c incineração	228.000.000,00	2.190.000,00	30	140,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Desse modo, no processo de aproveitamento energético do biogás a principal finalidade é convertê-lo, de modo que possa se tornar em energia útil como combustível para caldeiras ou turbinas, além do uso no abastecimento de gasodutos.

Enquanto o processo de obtenção de energia por meio de aterros sanitários não traz considerável redução do volume de lixo acumulado, uma vez que a deposição dos resíduos é contínua e acaba esgotando a capacidade do aterro em receber mais deposição, acarreta, no fim, a cessação da deposição e conseqüentemente diminuição da decomposição e produção do biogás face a diferença no processo de digestão anaeróbica.

6. Considerações finais

O presente trabalho teve por objetivo central a demonstração da viabilidade da utilização de resíduos sólidos urbanos no aproveitamento energético como forma de reduzir a destinação inadequada desses resíduos. É importante ressaltar que a pesquisa trouxe alternativas de tratamento e aproveitamento levando em consideração a viabilidade econômica do investimento dessas tecnologias.

Assim sendo, chegou-se à conclusão de que dentre as tecnologias abordadas, a combinação de tecnologias de tratamento biológico com a incineração possui uma maior viabilidade econômica que a aplicação isolada das tecnologias de incineração, de aterros sanitários e da biodigestão anaeróbia. Contudo, estas tecnologias merecem maiores aprimoramentos e maior viabilidade para que sejam empregadas em maiores escalas, uma vez que os altos custos e a carência de dados científicos e econômicos relacionados a essas tecnologias são escassas, o que acaba por desmotivar o investidor interessado.

É nesse sentido que é necessário a criação de políticas públicas voltadas a incentivar o uso das tecnologias de reaproveitamento dos resíduos, concedendo condições econômicas viáveis para a sua implementação e uso. Desse modo, ao garantir o acesso e a viabilidades dessas políticas, leva-se em consideração a concretização e a efetivação das políticas públicas pautadas na obtenção de energias sustentáveis por meio do reaproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos.

Referências

BORBA, S. M. P. **Análise de Modelos de Geração de Gases em Aterros Sanitários: Estudo de Caso**, 2006. Disponível em: <http://www.getres.ufrj.br/pdf/BORBA_SMP_06_t_M_int.pdf>. Acessado em 20 de mai de 2021.

BRASIL. **Lei 9.966, de 28 de Abril de 2000**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 28 de abril de 2000.

BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010.** Instituí a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 02 de agosto de 2010.

CONFERÊNCIA NACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano – 1972,** 1972. Disponível em:< <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>>. Acessado em 20 de mai de 2021.

COSTA, E. R. da. **Uma visão comentada sobre a lei da PNRS.** Revista Petrus. Disponível em: < <http://www.revistapetrus.com.br/uma-visao-comentada-sobre-a-lei-da-pnrs/>> . Acessado em 20 de mai de 2021.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro.** 17ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MARTINEZ, Marta. **O que é obsolescência programada?.** Portal Ecycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/1721-obsolescencia-programada>>. Acessado em 19 de set de 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário.** Disponível em:< <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario.html>>. Acessado em 20 de set de 2020.

NUNES, Claudia Pereira Ribeiro; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves. **A Aplicação da Logística Reversa nos Resíduos Sólidos do Agronegócio Brasileiro.** Cadernos de Direito Actual. Disponível em: < <http://www.cadernosdedereitoactual.es/ojs/index.php/cadernos/article/view/368/213>>. Acessado em 5 de out de 2019.

OECD. **Recommendation of the Council on Principles concerning transfrontier pollution,**1974. Disponível em:< <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/12>>. Acessado em 28 de dez de 2020.

ONU MEIO AMBIENTE. **Panorama da Gestão de Resíduos Sólidos na América Latina e no Caribe,** 2018.

PORTAL BRASIL. **Entendo como funciona o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL.** Disponível em:< <http://legado.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2014/05/entenda-como-funciona-o-mecanismo-de-desenvolvimento-limpo-mdl>>. Acessado em 30 de set de 2020.

REDAÇÃO GALILEU. **População Mundial chegará a 11 bilhões até o fim do século, diz ONU,** 2019. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2019/06/populacao-mundial-chegara-11-bilhoes-ate-o-fim-do-seculo-diz-onu.html>>. Acessado em 17 de set de 2019.

SALOMON, K. R. **Avaliação técnico-econômica e ambiental da utilização do biogás proveniente do biodigestor da vinhaça em tecnologias para geração de eletricidade,** 2007.

Tese de Doutorado. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0032785.pdf>>. Acessado 20 de set de 2019.

SANCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, Priscilla. **9 Soluções para o lixo**. Revista Galileu. Disponível em: <<https://www.nossasaopaulo.org.br/2013/02/22/9-solucoes-para-o-lixo-revista-galileu/>>.

Acessado em 27 de set de 2020.

SOARES, Fabio R. **Impacto ambiental de tecnologias de tratamento e aproveitamento energético de resíduos sólidos**. Paco Editorial: Jundiaí, 2016.

VASCONCELOS, P. E. A.; VASCONCELOS, P. S. **Logística Reversa no Brasil: Análise da responsabilidade sob a égide da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. XXXVI Internacional Sodebras Congress: 2016.