

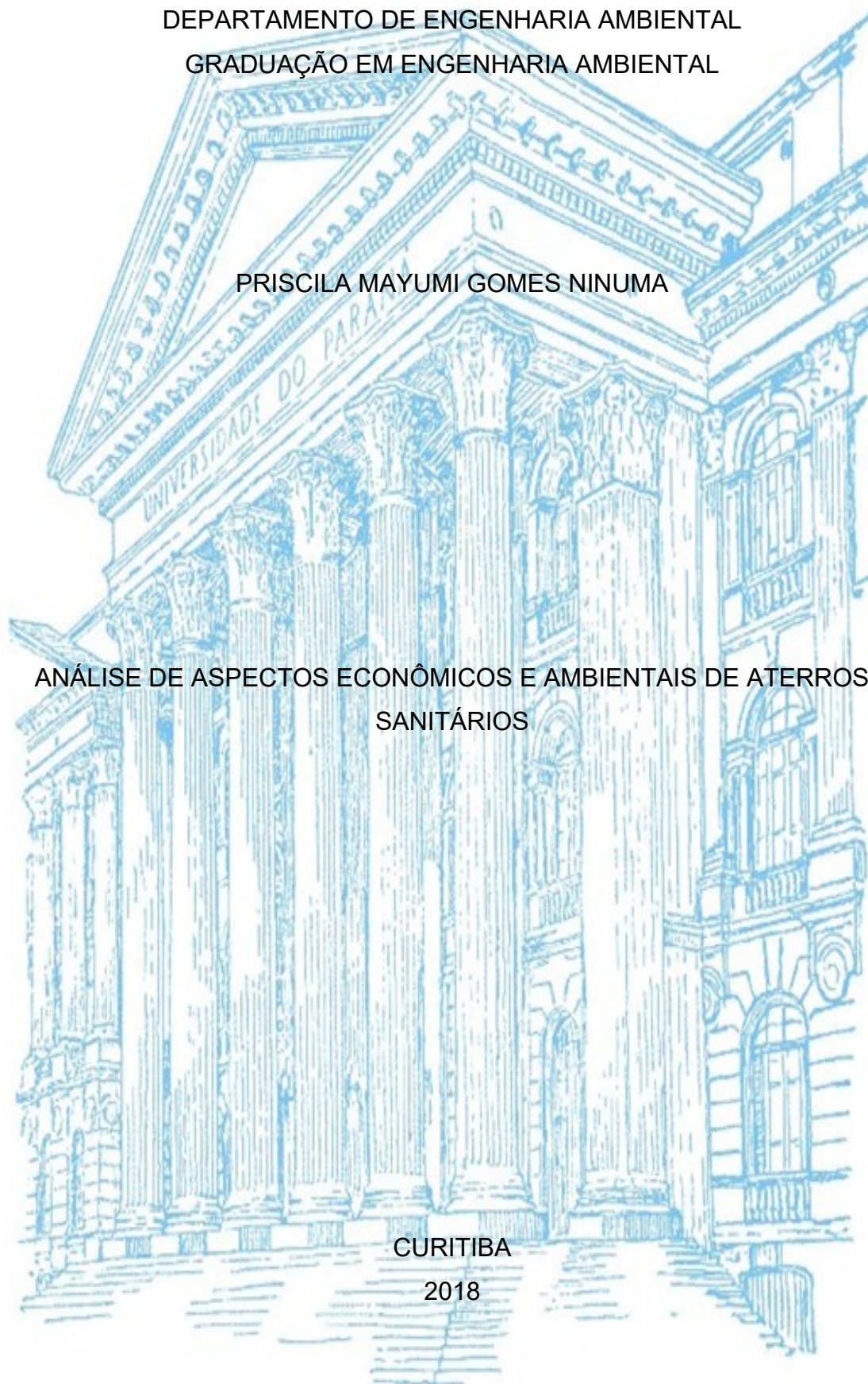
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

PRISCILA MAYUMI GOMES NINUMA

ANÁLISE DE ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DE ATERROS
SANITÁRIOS

CURITIBA

2018



PRISCILA MAYUMI GOMES NINUMA

ANÁLISE DE ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DE ATERROS
SANITÁRIOS

Monografia apresentada como requisito à
obtenção do grau de Engenheira Ambiental, do
Departamento de Engenharia Ambiental, do Setor
de Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal
do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Katya Isaguirre

CURITIBA

2018

RESUMO

A forma com a qual os resíduos sólidos são gerenciados mudou ao longo dos anos. Até um passado não muito distante a maneira mais comum de lidar com os resíduos sólidos era o descarte a céu aberto, posteriormente o aterro controlado, e atualmente o aterro sanitário é considerado uma destinação adequada para os resíduos. Em 2010, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos com o intuito de propor diretrizes e instrumentos para um gerenciamento mais adequado dos resíduos sólidos. Abordando não somente o descarte, mas etapas anteriores a ele, este propondo medidas com o intuito de reduzir o material destinado aos aterros, sobrando apenas os rejeitos. Antes da elaboração da Política Nacional de Resíduos Sólidos, uma iniciativa oriunda da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – Rio 92, deu origem a política dos 3 Rs que consistiam em reduzir, reutilizar e reciclar, a fim de diminuir a produção de lixo e incentivar o consumo mais consciente de produtos e recursos. Com a evolução dos 3 Rs, criou-se, então, a política dos 5 Rs com a inclusão do repensar e recusar, provocando uma reflexão ainda maior quanto a forma de consumo. A discussão ocorre no sentido de estudar se os aterros sanitários são a destinação ambientalmente adequada para os resíduos sólidos analisando impactos ambientais e econômicos, tendo como base de estudo trabalhos buscados em plataformas de pesquisa de trabalhos e artigos, realizados entre 2010 e 2018 que trataram dessa temática. Os impactos ambientais e econômicos apontados ao longo do estudo levam a questionar a eficácia de aterros sanitários. As possibilidades de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos não se limitam somente a aterros sanitários, outras possibilidades existem e podem ser exploradas gerando um retorno positivo, tanto ambiental quanto econômico.

Palavras-chave: aterro sanitário, impacto ambiental, impacto econômico

ABSTRACT

The way in which solid wastes are managed has changed over the years, to a not too distant past, the most common way to deal with solid wastes was the open pit disposal, later the controlled landfill, and the landfill is currently considered an appropriate destination for waste. In 2010, the National Solid Waste Policy was created with the purpose of proposing guidelines and instruments for a more adequate management of solid waste. Approaching not only the disposal, but steps before it, proposing measures with the intention of reducing the material destined to the landfills, leaving only the tailings. Before the elaboration of the National Solid Waste Policy, an initiative originating from the United Nations Conference on Environment and Development – Rio 92, gave rise to the policy of the 3 Rs. That policy consisted of reducing, reusing and recycling in order to reduce and encourage more conscious consumption of products and resources. With the evolution of the 3 Rs, the policy of the 5 Rs was created with the inclusion of rethinking and refusing, provoking an even greater reflection on the form of consumption. The discussion takes place in the sense of studying whether landfills are the environmentally appropriate destination for solid wastes by analyzing environmental and economic impacts, based on studies sought in research platforms of works and articles carried out between 2010 and 2018 that dealt with this thematic. The environmental and economic impacts pointed out throughout the study lead to question the effectiveness of landfills. The possibilities of urban solid waste management are not limited to landfills, other possibilities exist and can be exploited generating a positive environmental and economic return.

Key words: landfill, environmental impact, economic impact

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
SUMÁRIO.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE GRÁFICOS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVO.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 MÉTODOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	13
3.1.1 DESCARTE A CÉU ABERTO E ATERROS CONTROLADO.....	13
3.1.2 ATERROS SANITÁRIOS.....	17
3.1.2.1 VANTAGENS.....	22
3.1.2.2 DESVANTAGENS.....	22
3.1.2.3 CONTEXTO ATUAL.....	24
3.2 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	25
3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	32
3.2.2 POLÍTICA DOS 5 Rs.....	33
4 METODOLOGIA.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
6 CONCLUSÃO.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lixão Estrutural, o maior lixão a céu aberto da América Latina, em Brasília, DF.....	15
Figura 2: Esquema genérico de um aterro sanitário.....	19
Figura 3: Aterro da Caximba, Curitiba, PR.....	20
Figura 4: Aterro sanitário em Fazenda Rio Grande, PR.....	21
Figura 5: Fluxograma da seleção dos trabalhos analisados.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Trabalhos abordando impactos ambientais e econômicos de aterros sanitários entre os anos de 2010 a 2018.....	42
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de unidades de lixão a céu aberto, aterro controlado e aterro sanitário em cada região do país.....	15
Tabela 2: Trabalhos que abordam impactos ambientais de aterros sanitários.....	39
Tabela 3: Trabalhos que abordam impactos econômicos de aterros sanitários.....	41

LISTA DE SIGLAS

A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública

ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes

ABPL – Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública

ABRELPE – Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional do Meio Ambiente

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

1 INTRODUÇÃO

A população brasileira não para de crescer e a projeção, segundo o IBGE (2018), é que em 2030 haverá aproximadamente 14 milhões de brasileiros a mais do que se tem hoje, cerca de 209,3 milhões de habitantes (IBGE, 2018). Isso significa mais consumo e consequentemente mais geração de resíduos afetando diretamente o meio econômico, social e ambiental. É inevitável não discutir sobre consumo e geração de resíduos quando assuntos como a sustentabilidade e a busca pela melhoria do meio ambiente são abordados. São questões que a princípio podem parecer simples, mas ao olhar com mais profundidade se revelam complexas e nem sempre de fácil solução.

A Revolução Industrial, que ocorreu na Inglaterra no século XVIII, foi um grande marco pela aceleração da produção e consumo em massa. Durante esse período as formas de produção modificaram de maneira a produzir mais produtos em menos tempo, promovendo o aumento do consumo e consequentemente aumento da exploração de matéria prima e descarte de resíduos. Segundo Franco e Druck (1998, p.62) é possível compreender o processo deflagrado de crescente transformação da interação entre as atividades humanas e a biosfera.

Porém, “o ser humano só teve a percepção dos problemas relacionados ao mau uso dos recursos ambientais recentemente, a partir do século XX” (LEMONS, 2008), isso porque as respostas do meio ambiente aos usos que se faz dele muitas vezes não são imediatos. Diante da mudança no modo como a sociedade se relacionava com o meio ambiente com o passar dos anos surgiram as Conferências Internacionais a fim de discutir alternativas econômicas para alcançar alguma harmonização com o meio ambiente. Nesse contexto, a Conferência de Estocolmo de 1972 teve grande importância, pois dela originou-se o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) que marcou a entrada da questão ambiental no cenário político internacional. E as discussões envolvendo meio ambiente e sustentabilidade não pararam, em alguns momentos com mais ou menos engajamento, mas se tornou um assunto que passou a fazer parte do dia a dia da população e da política.

Na Rio 92, como é conhecida a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), 179 países acordaram e assinaram dentre outros documentos, como a Convenção da Biodiversidade e a Convenção do

Clima que foi uma das bases para o Protocolo de Kyoto, a Agenda 21 Global que consiste em um programa de ação na tentativa de promover em escala planetária o desenvolvimento sustentável. Dentre as questões abordadas está o manejo ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, contemplando que o manejo saudável deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos, mas buscar resolver a causa fundamental do problema.

A Agenda 21 discute assuntos pertinentes ao desenvolvimento sustentável, como o uso de transporte alternativo e energia limpa, combate ao desperdício, melhoria nas formas de consumo, dentre outros assuntos tratados nos mais de 40 capítulos que compõem esse importante documento.

Além dessas medidas e discussões, em 2010 foi instituída no Brasil a Lei Nacional de Resíduos Sólidos, com objetivos, instrumentos e medidas que tratam dos resíduos sólidos domésticos. Abordando aspectos que vão desde sua geração até a disposição final mais adequada, onde inclui a proibição da utilização de lixão a céu aberto como forma de disposição final.

Mas o cenário ideal encontra-se um tanto quanto distante quando se trata de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, seja na produção, no consumo e principalmente no descarte adequado. Basta o olhar atento para o que se é jogado fora e não é difícil perceber o volume de lixo que é gerado diariamente, principalmente os que não são orgânicos, ou seja, inúmeras embalagens plásticas dos mais diversos tipos e tamanhos, papel, caixinhas, vidro, alumínio, dentre outros. E os que são menos frequentes como móveis, aparelhos eletrônicos, remédios, produtos de beleza e uma infinidade de produtos que são jogados no lixo muitas vezes de forma incorreta e gerenciados de forma inadequada.

Com o intuito de minimizar os danos causados ao meio ambiente, a política do 5 Rs entrou como parte de um processo educativo para trazer a reflexão ao cidadão quanto aos seus valores e práticas, visando reduzir o consumo exagerado e o desperdício (Ministério do Meio Ambiente – MMA). São eles: reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar consumir produtos que gerem impactos socioambientais significativo.

2 OBJETIVO

Diante do cenário de aumento da população brasileira, que traz consigo aumento no consumo de produtos e, conseqüentemente, maior geração de resíduos sólidos, dentre eles os urbanos, e principalmente, pela necessidade de um meio ambiente saudável e equilibrado, este trabalho visa analisar os impactos ambientais e econômicos dos aterros sanitários. Seu objetivo é verificar se a implementação de aterros sanitários pode ser tratada como a estratégia mais adequada sob o ponto de vista de experiências e estudos anteriormente realizados acerca desses temas.

Para alcançar o objetivo desejado, será necessário trabalhar os seguintes itens:

- a) Compreender as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- b) Descrever a trajetória do conjunto de medidas de ação para promover a sustentabilidade e a prevenção dos recursos naturais a partir da Conferência da Terra realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992;
- c) Apontar por meio de revisão bibliográfica, os impactos ambientais e econômicos dos aterros sanitários;
- d) Avaliar potenciais e limites dos aterros sanitários para promover o desenvolvimento sustentável sob os aspectos legais previstos na legislação.

Como fonte de informação optou-se pela pesquisa de trabalhos desenvolvidos sobre aterros sanitários que abordaram aspectos positivos e negativos nos âmbitos econômicos e ambientais. As fontes buscadas foram bancos de dados de trabalhos acadêmicos, como Scielo, Acervo Digital da UFPR e Google Acadêmico através de palavras-chave a fim de identificar trabalhos que abordassem a temática de interesse.

Com esses dados pretende-se discutir se os aterros sanitários se mostram como alternativa ambientalmente mais adequada considerando aspectos ambiental e econômico. Ou seja, qual a implicância desses dois aspectos na decisão da escolha de aterros sanitários e se justificam tal escolha.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MÉTODOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

3.1.1 DESCARTE A CÉU ABERTO E ATERROS CONTROLADO

Historicamente, existem três formas básicas adotadas pela sociedade para a disposição de resíduos sólidos: lixão ou vazadouro, aterro controlado e aterro sanitário (Charnock & Wells, 1985, p. 171-178, apud Muñoz, 2002, p. 7).

Lixões ou vazadouros são locais onde ocorre a descarga dos resíduos sólidos a céu aberto sem que haja preparação da área para recebê-los, não são realizados estudos acerca da área e nem preparação da mesma para receber tal atividade. Os resíduos ficam expostos, sujeitos à ação direta do meio antrópico e natural; não há qualquer sistema de drenagem para recolher os líquidos gerados; a liberação de gases para a atmosfera, proliferação de insetos, roedores e outros possíveis vetores, ocorrem de maneira descontrolada.

Até a década de 1990 a preocupação do poder público era em torno do aspecto operacional, ou seja, o manejo dos resíduos sólidos direcionava-se à varrição, coleta, transporte e disposição final previstos na Política Nacional de Saneamento Básico (KALIL, 2015). Não havia uma preocupação com o que era gerado tanto em termos de quantidade como de variedade, bem como a disposição final de resíduos sólidos não ocorria de maneira ambientalmente correta. Apesar de passados quase duas décadas, essas mesmas questões ainda permanecem como pontos pertinentes de discussão e mudança nos setores público e privado, e sociedade civil inclusive.

A maneira inadequada de disposição de resíduos sólidos é apresentada na forma de lixões, que são caracterizados pela descarga de lixo sobre o solo sem cuidado com o meio ambiente e com a saúde pública (IPT, 1995). Lixão e descarte a céu aberto representam o mesmo método de descarte de resíduos.

Em alguns lixões até mesmo resíduos hospitalares são depositados juntamente com os resíduos domiciliares, sem tratamento e sem que seja realizada uma triagem dos materiais. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2008, 61,1% das entidades coletoras de resíduos de saúde pública, no Brasil, informaram que os depositam em lixões ou em aterros, em conjunto com os demais resíduos.

Essa informação é preocupante, visto que os resíduos de origem hospitalar são contaminantes e, por essa razão, merecem um destino específico, o qual só foi registrado por 24,1% das entidades coletoras do País.

A disposição a céu aberto gera a lixiviação e percolação de chorume, ou seja, o líquido resultante da decomposição do lixo passa a infiltrar o solo causando além da contaminação do próprio solo, a contaminação de lençóis freáticos, comprometendo subsolo e água.

A paisagem ao longo do tempo é modificada através de alterações ambientais, físicas e biológicas e acabam por comprometer os ecossistemas (Mucelin e Bellini, 2008). As alterações ambientais ocorrem por inumeráveis causas, muitas denominadas naturais e outras oriundas de intervenções antropológicas, que são consideradas não naturais, segundo Fernandez (2004).

Diariamente são consumidos produtos industrializados que geram grande produção de resíduos. A quantidade de resíduo produzido é tamanha que se torna praticamente impossível conceber uma cidade sem considerar a problemática gerada pelos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo IBGE em 2000, 64% dos municípios brasileiros depositavam seus resíduos em lixões, 14% em aterros sanitários e 18% em aterros controlados. Em 2008, outra PNSB foi realizada e os dados foram um pouco melhores quando comparados à pesquisa divulgada anteriormente: 50,8% dos municípios recorriam a lixões, ou vazadouros a céu aberto, como principal forma de destino aos resíduos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, publicou esse ano o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos referente a 2016. O diagnóstico é realizado a partir da coleta de dados junto aos prestadores de serviços e órgãos gestores dos municípios, e o resultado sobre a distribuição das unidades de processamento a nível regional está apresentado na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Número de unidades de lixão a céu aberto, aterro controlado e aterro sanitário em cada região do país.

Unidade de processamento	Região				
	Nordeste	Centro-Oeste	Norte	Sudeste	Sul
Lixão a céu aberto	705	191	160	108	39
Aterro controlado	48	42	30	459	49
Aterro sanitário	57	34	30	366	212

Fonte: SNIS, 2018

O número de lixões a céu aberto corresponde a 47,55% do total de unidades de processamento, é uma quantidade ainda muito expressiva diante das determinações legais. O aterro controlado representa 24,8%, e o aterro sanitário 27,6% somente.

Figura 1: Lixão Estrutural, o maior lixão a céu aberto da América Latina, em Brasília, DF.



Fonte: Correio Brasiliense, 2018 (foto: Ed Alves/CB/D.A Press)

O Lixão da Estrutural ilustrado acima na Figura 1, por exemplo, foi desativado no início desse ano (2018), e apesar de não receber mais resíduos produzidos pela população urbana de Brasília, continuará recebendo resíduos de construção civil. Assim como Brasília, com o Lixão da Estrutural que se manteve em funcionamento, outros 3325 Municípios estavam dispondo seus resíduos de maneira inadequada, sendo 1774 em aterros controlados e 1551 em lixões a céu aberto (Abrelpe, 2016).

Os impactos ambientais podem ser avaliados sob três aspectos: o ambiental, que refere-se à qualidade e equilíbrio do meio ambiente em si, considerando os processos físicos, químicos e biológicos no solo, água e ar; o social, que contempla os cidadãos e suas relações entre si e com o meio; e o econômico, que enxerga no meio ambiente uma fonte de recursos e matérias-primas. Entre os impactos negativos ao meio ambiente nos âmbitos ambiental, social e econômico, decorrentes a partir da destinação inadequada dos RSU estão: a disposição de resíduos sólidos em fundo de vale, às margens de ruas ou cursos d'água, assoreamento, contaminação do solo e corpos d'água subterrâneos, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, desgaste e futura recuperação dos recursos naturais, perda de qualidade da saúde pública, desperdício de potencial econômico oriundo de outras formas de tratar os resíduos, como geração de energia, reciclagem de materiais, compostagem, entre outros impactos (Araújo e Pimentel, 2016).

Segundo Costa *et. al.* (2016) os efeitos dos impactos ocorrem de forma permanente, ou seja, uma vez executada a ação do descarte inadequado os efeitos continuam a manifestar-se por uma escala temporal indeterminada.

Outro método de disposição final de resíduos sólidos é o aterro controlado, que de acordo com Mendonça (apud Luiz e Rosendo, 2012), entende que o aterro controlado e lixão diferem entre si apenas no fato de que no aterro controlado é depositada somente uma camada de solo sobre os resíduos, não há a utilização de manta impermeabilizadora ou estruturas de contenção. Em sua obra Albuquerque (2004) afirma que essa forma de gestão não resolve o problema gerado pelos resíduos pois não são considerados os mecanismos de produção de gás e líquidos.

Em geral, os aterros controlados são mais eficientes que os lixões, pois é utilizada uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo visando a minimização dos impactos ambientais (Funasa, 2016). Silva et al. (2012) elenca o aterro controlado como uma das técnicas de diminuição de impactos ambientais, causados por lixões a céu aberto, uma vez que são utilizados alguns métodos de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Porém, o Manual do Saneamento de 2006, salienta que o aterro controlado produz poluição já que não dispõe de impermeabilização do solo, o que além de comprometer o próprio solo e subsolo pode comprometer também a qualidade das águas subterrâneas. Junior e

Teles (2016, p.362) ressalta que os danos para o meio ambiente e para saúde pública são incalculáveis, pois juntamente com o chorume, o biogás (composto por CO₂, metano e vapor d'água) contamina o ar causando possível desconforto à população e contribuindo com o efeito estufa.

3.1.2 ATERROS SANITÁRIOS

Essa forma de disposição de resíduos surgiu na década de 1930 (MMA, 2005) e ao longo dos anos sofreu modificações e fim de aperfeiçoá-lo. Para a instalação de um aterro sanitário, dependendo do porte, é necessário o Estudo de Impacto Ambiental e obter as licenças necessárias (prévia, de instalação e operação). Vale a ressalva de que a Resolução CONAMA nº 404/2008 estabelece que para aterro sanitário de pequeno porte é requerida a Licença Ambiental Simplificada de acordo com os termos contidos na mesma; e é dispensado o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA. Entretanto, se o órgão licenciador verificar que embora pequeno o aterro seja potencial causador de significativa degradação, o EIA/RIMA será exigido.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, estabelece a NBR 8.419/1992 que define a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, onde há a definição de aterro sanitário: *“consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e a segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário”* (1992).

A NBR 8.419/1992 também discorre sobre todos os aspectos pertinentes à instalação de um aterro sanitário, desde os estudos necessários até a parte prática de instalação e operação. Na maioria das grandes cidades brasileiras a administração e operação dos aterros sanitários é de responsabilidade de empresas concessionárias, que geralmente são as mesmas que realizam a coleta de lixo na cidade. Entretanto, o operador mais atuante é o poder público – as prefeituras – que atua na maior parte das unidades operadoras, alcançando 67,6% do total, em seguida estão as empresas privadas com 15,7% de alcance e ainda tem-se as associações de catadores que ficam com 13,2% do total (SNIS, 2018).

Existem normas que regulam a implementação de aterros e um dos requisitos é a instalação de mantas impermeabilizantes para evitar infiltração de material como o chorume, por exemplo. Além da manta como método preventivo de infiltração, há a necessidade de drenagem dos líquidos, para tanto é necessária a instalação de sistemas de drenagem eficientes, com posterior tratamento de efluentes.

Segundo Cecchini Júnior (2011), primeiramente, para a instalação do aterro deve ser feito o estudo sobre a permeabilidade do solo até o lençol freático que não pode estar a menos de 2 metros de distância do fundo do buraco.

Tratores compactam a terra do fundo para receber uma manta de polietileno de alta densidade e sobre ela uma camada de britada por onde passam os líquidos e gases liberados ao longo do processo de decomposição dos resíduos. A cada 5 metros verticais de resíduos é feita uma nova camada de impermeabilização.

Para drenar o percolato (líquido produzido pelos resíduos somados a água da chuva) a cada 20 metros devem ser instaladas calhas de concreto que levam o líquido para ser tratado antes de ser lançado na rede de esgoto ou o líquido pode ser transportado e ser tratado em estações de tratamento de esgoto.

A decomposição dos resíduos gera gases, como o metano, que podem ser recolhidos para ser usado como combustível ou liberados na atmosfera onde ocorre a queima direta em contato com o ar. Os gases são recolhidos através de canos que são instalados ao longo da área onde o lixo é distribuído e são liberados para a atmosfera através de pequenas chaminés.

O fechamento do aterro sanitário também deve fazer parte do Estudo de Impacto Ambiental, afinal durante o processo de funcionamento são gerados os chamados passivos ambientais. Os gases e o percolato, por exemplo, continuam sendo gerados por pelo menos 15 anos, assim não se recomenda que o terreno seja usado para construções, somente para áreas verdes de conservação. Além disso também deve ser levado em consideração que a matéria permanece em decomposição visto que a maioria dos resíduos descartados demoram anos para se decompor, dessa forma a compactação do volume enterrado não pode ser desprezado quando se pensa principalmente na possibilidade de utilizar a área para novas construções.

De modo geral, os aterros apresentam a seguinte configuração: o setor de preparação, setor de execução e setor concluído. Aterros grandes muitas vezes desenvolvem esses setores simultaneamente, enquanto que os menores

desenvolvem uma área de cada vez. Para que a área esteja preparada para receber os resíduos, deve haver o nivelamento e a impermeabilização do terreno. Deve haver também um sistema de drenagem para captação do chorume para tratamento e captação do gás produzido através da decomposição do material. Deve haver também vias de circulação para que os caminhões possam circular, e nas áreas limítrofes do aterro são implementadas cercas vivas para evitar a diminuição de odores, poluição visual. Quando a capacidade de depósito em um setor é atingida, essa área é coberta e revegetada, e assim consecutivamente até o final do período de operação. Este método é dotado de um conjunto de técnicas que reduzem os impactos socioambientais do tratamento de resíduos sólidos.

Figura 2: Esquema genérico de um aterro sanitário.



Fonte: www.todamateria.com.br/aterro-sanitario

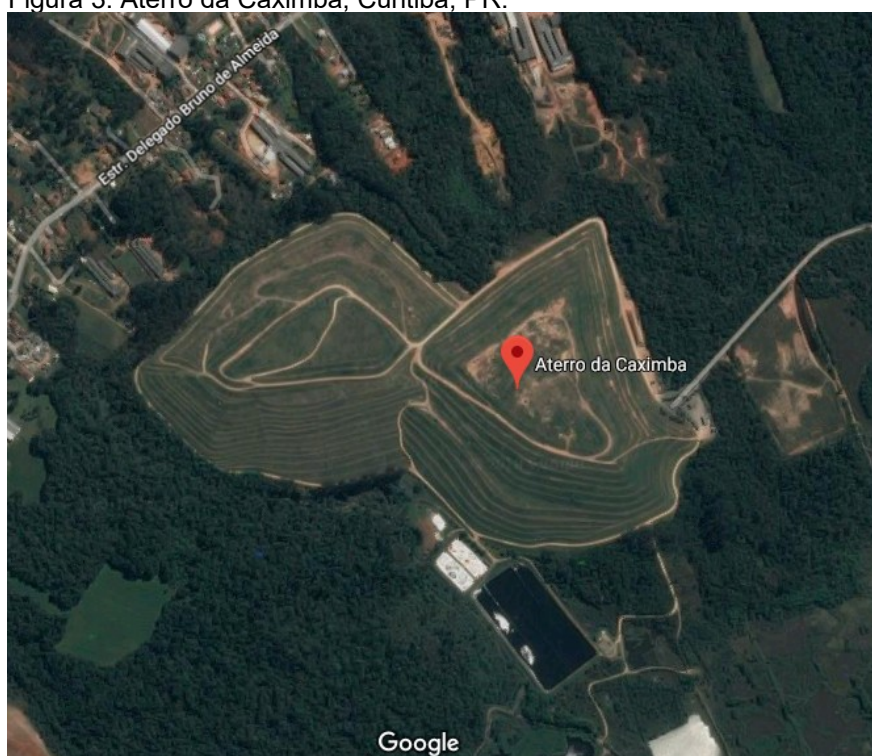
A Figura 2 ilustra de forma genérica um aterro sanitário, com suas etapas de preparo e manejo do terreno, como impermeabilização do solo, sistemas de coleta de chorume e gases e os setores de funcionamento.

Para Costa e Ribeiro (2013) essa é uma técnica de disposição de RSU no solo que não causa danos à saúde pública e à sua segurança, e minimiza os impactos ao meio ambiente. Devido à configuração do aterro sanitário, o solo encontra-se protegido através de materiais impermeabilizantes como camadas de argila, solo compactado e/ou material sintético especial, e há condições para que ocorra a decomposição biológica da matéria orgânica. O chorume é coletado e pode ser

tratado no próprio aterro, os gases que se formam durante a decomposição podem ser eliminados através de chaminés instaladas ao longo do aterro, mas também podem ser usados como fonte energética.

Tal método apresenta baixo custo operacional quando comparado às demais alternativas existentes, podendo ainda ser associada a outras tecnologias e ainda potencializa a geração de empregos. Os custos podem ser reduzidos ainda mais quando ocorre a gestão consorciada entre municípios, e do município com o setor privado (Costa e Ribeiro, 2013).

Figura 3: Aterro da Caximba, Curitiba, PR.



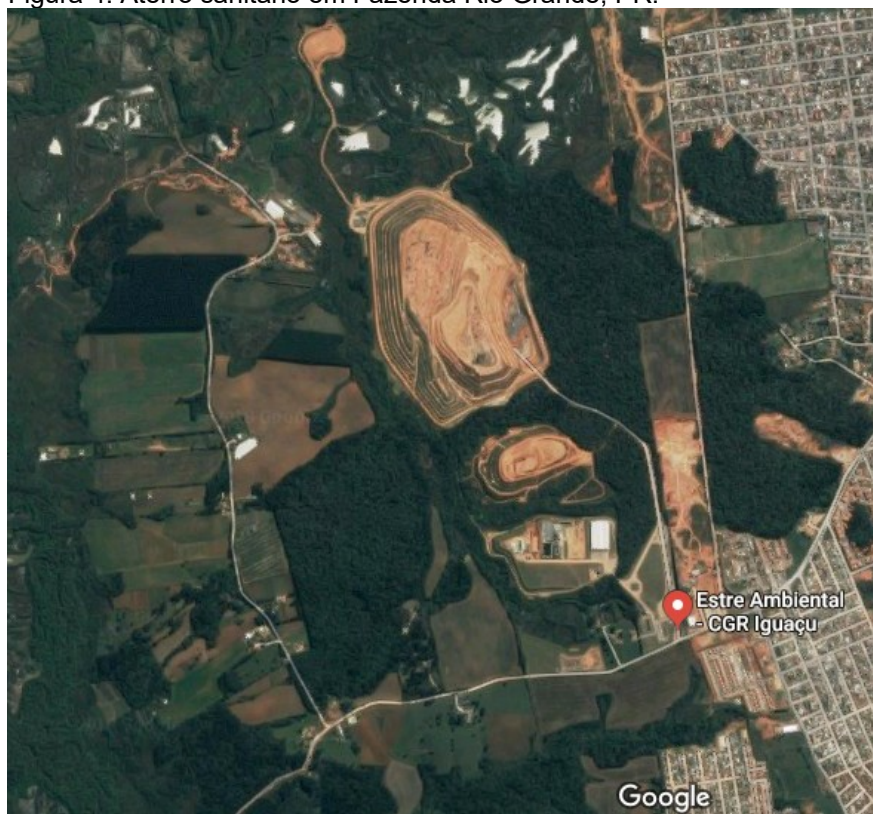
Fonte: Google Maps, 2018

A Figura 3 acima, representa o Aterro da Caximba, localizado em Curitiba, que tiveram suas atividades encerradas em 2010. A área foi revegetada após o recebimento de resíduos sólidos ser encerrado. Entretanto, o acompanhamento da área não termina juntamente com o encerramento das atividades, pois mesmo que o aterro não receba mais resíduos sólidos deve-se haver o monitoramento do terreno devido às atividades de decomposição dos materiais que permanecem produzindo gases e chorume, por exemplo.

O aterro sanitário atualmente em operação no município de Curitiba é o Aterro em Fazenda Rio Grande administrado pela empresa Estre, ilustrado na Figura 4 a

seguir. Este é considerado um aterro de grande porte, pois recebe cerca de 2,5 mil toneladas de resíduos por dia, provenientes de Curitiba e mais 23 municípios. A área destinada ao empreendimento é de 260 hectares e até ano passado foram ocupados 62 hectares com a deposição de resíduos (Gimenes e Hising, 2017).

Figura 4: Aterro sanitário em Fazenda Rio Grande, PR.



Fonte: Google Maps, 2018

Aterros sanitários têm uma vida útil limitada, quando sua capacidade de armazenamento é atingida outro lugar deve ser ocupado a fim de iniciar-se um novo ciclo de atividades e assim por diante. Assim sendo, novas áreas são necessárias para a implantação de novos aterros, em contrapartida a população dificilmente apoia a instalação de aterros sanitários nas proximidades de suas residências.

Para que determinada área seja apta a receber um aterro sanitário, segundo a norma 8.419 deve ser realizado um levantamento de dados onde são verificados índices pluviométricos da região, quais resíduos serão depositados, a densidade desses resíduos, peso específico, é considerada a facilidade de acesso ao terreno, os recursos hídricos da região e quais deverão ser preservados, a recuperação da área escolhida, etc. É feito também um levantamento topográfico onde é calculada a capacidade da área escolhida, ou seja, qual o volume de resíduo àquela área

suporta podendo estimar-se o tempo de vida útil do aterro. Também é feito um levantamento geotécnico onde são analisados a constituição do solo, permeabilidade, capacidade de carga, nível do lençol freático, jazidas de material para a cobertura do solo e a densidade do solo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 3).

3.1.2.1 VANTAGENS

O principal objetivo do gerenciamento dos RSU é a proteção da saúde da população, promover a qualidade ambiental, desenvolver a sustentabilidade e fornecer suporte para a produtividade econômica (Kart et. al, 2012). A existência dos aterros sanitários assume uma posição importante em qualquer estratégia de gestão de resíduos, como a incineração e compostagem, por exemplo, afinal quaisquer dos processos de tratamento pressupõe a existência de um aterro sanitário como destino final dos rejeitos (Russo, 2005).

Como benefícios os aterros sanitários apresentam a possibilidade de armazenar os resíduos em uma área reduzida a partir da compactação dos resíduos diminuindo significativamente seu volume.

Os gases que são liberados podem ser utilizados como combustíveis, o que pode trazer benefício econômico.

Oferece uma grande capacidade de absorção diária dos resíduos gerados; as condições para que ocorra a decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos são favoráveis (Portella e Ribeiro, 2014).

3.1.2.2 DESVANTAGENS

Como malefícios pode-se citar o possível risco de contaminação do solo e água pelo chorume percolado, o desenvolvimento de vetores, a necessidade áreas que geralmente são afastadas dos centros urbanos o que pode significar que os aterros serão instalados próximos de áreas rurais ou com maior densidade de vegetação, vida animal, áreas com lençóis freáticos.

Apesar de os aterros sanitários serem a solução adequada segundo a própria PNRS, esse método enfrenta algumas limitações por conta do crescimento dos centros urbanos e que está diretamente associado ao aumento da quantidade de

lixo produzida e descartada, (Portella e Ribeiro, 2014). Entende-se que o espaço do aterro não é ilimitado, bem como sua vida útil, em algum momento ele precisará ser desativado e um novo entrará em operação. Com a geração de resíduos permanente e tendo em vista o aumento das cidades, a tendência é a produção cada vez maior do volume de lixo gerado e menos opções de espaço viável e adequado para instalação de aterros sanitários.

Não é incomum que as camadas do aterro extrapolem o terreno original provocando mudanças na paisagem com as montanhas artificiais que são formadas em decorrência do aterramento dos resíduos. Além disso, apesar de haver sistemas de coleta e drenagem de gases e líquidos, em meio aos resíduos dispostos há a possibilidade de haver plásticos que não são biodegradáveis e que podem se transformar em bolsões de armazenamento desses produtos podendo provocar instabilidade no terreno.

Grandes áreas em locais valorizados e relativamente próximos às cidades dificilmente poderão ser utilizadas a não ser para cobertura verde; risco permanente de poluição dos mananciais subterrâneos; poluição atmosférica pela produção de gases com odores desagradáveis, além de sua consequência prejudicial para o efeito estufa.

Campo e Braga (2005) ainda ressaltam além dos impactos ambientais e da necessidade de grandes áreas cada vez mais escassas nos conglomerados urbanos, que os aterros sanitários não contribuem para a criação de uma cultura ambiental de redução na geração de resíduos e ainda que os materiais destinados em aterros não voltam para o circuito de reaproveitamento, o que acarreta em um enorme desperdício de matérias primas.

Além dos citados acima, segundo Russo (2005), dentre os aspectos negativos é possível citar o mal cheiro proveniente devido a liberação de gás como o sulfídrico e de compostos sulfurados, os ruídos essencialmente provenientes do tráfego de veículos de transporte e de compactação e movimentação de terras, os animais que são atraídos à procura de alimento, aves, insetos e roedores principalmente, o transporte de poeira pelo vento também pode ser um problema para a vizinhança.

De acordo com Albuquerque (2011) a impermeabilização permanente de um aterro sanitário é uma tarefa de engenharia impossível porque, até agora, nenhuma tecnologia criou uma superfície capaz de conter a infiltração de forma duradoura e permanente. Um determinado material poderá conter a infiltração da água por algum

tempo, entretanto, mais cedo ou mais tarde, essa camada de proteção irá ceder, permitindo a passagem da água que irá transportar os metais pesados contidos no lixo do aterro para os lençóis freáticos.

3.1.2.3 CONTEXTO ATUAL

Segundo a ABETRE (acessado em 2018), somente uma em cada cinco municípios no Brasil tem capacidade para realizar a coleta e o tratamento por si só, ou seja, tendo o município como responsável. Para municípios com menos de 300 mil habitantes, o que corresponde a 80% das cidades brasileiras, isso é inviável economicamente. Diante dessa realidade, ações conjuntas entre Estado e iniciativa privada se fazem necessárias para a implementação de aterros. No estado de São Paulo, por exemplo, 75% dos resíduos domésticos são gerenciados pela iniciativa privada.

De acordo com um estudo da ONU cerca de 20% a 30% dos orçamentos municipais são destinados ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Apesar de o aterro sanitário ser considerado uma boa alternativa para os resíduos sólidos, esse método pode se deparar com algumas limitações como a necessidade de mais espaços, advindo do crescimento dos centros urbanos (Portella e Ribeiro, 2014). Além de gerar odores característicos, há a possibilidade de exposição e riscos aos trabalhadores, a resistência da comunidade à instalação de um aterro sanitário próximo de suas residências e ainda a possibilidade de passivos ambientais após seu encerramento (Costa e Ribeiro, 2013).

Embora o aterro sanitário seja a disposição ambientalmente adequada aos resíduos sólidos, esse método é limitado por conta do crescimento dos grandes centros urbanos associado ao aumento da quantidade de RSU produzido e descartado. Portella e Ribeiro (2014) defendem que o sistema de aterro sanitário precisa ser associado à coleta seletiva de lixo para reciclagem para que dessa forma a vida útil dos aterros seja estendida, além da implantação efetiva da Educação Ambiental na medida em que o desenvolvendo da consciência ambiental seria coletivo, resultando na maior participação da comunidade em defesa e preservação do meio ambiente.

A política dos 5 Rs vem ao encontro das questões abordadas pelos autores acima citados. Através de suas medidas é possível diminuir significativamente o volume de resíduo gerado, sendo necessários espaços menores para a instalação de aterros; o tipo de material disposto seria diferente, a quantidade de matéria orgânica seria consideravelmente reduzida, por exemplo, o que diminuiria a decomposição anaeróbia que gera odor desagradável e o chorume; a proliferação de vetores transmissores de doenças também reduziria como consequência da diminuição do volume de resíduo. Reutilizar, reaproveitar, repensar, recusar e reduzir fazem toda diferença no ciclo de produção de lixo, tanto na quantidade como na qualidade.

3.2 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O reconhecimento do direito a um meio ambiente seguro e saudável ocorreu em alguns países entre as décadas de 70 e 90. A Constituição de Honduras (1982) trata de manter “um ambiente adequado para proteger a saúde de todos”, a Constituição da Coreia do Sul (1987) garante o direito a “um ambiente saudável e agradável”; a Constituição de Portugal (1976, revisada em 2005) garante que “todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado”.

O “conceito” de meio ambiente foi entendido legalmente no Brasil na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº6.938/81, que define:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I – Meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

Através dessa Lei começaram a surgir instituições voltadas para o meio ambiente, como o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e seu órgão consultivo e deliberativo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) cuja função é assessorar o Governo Federal nas decisões relacionadas ao meio ambiente e recursos minerais, e também deliberar sobre normas relacionadas ao meio ambiente. Em 1985 foi criado o Ministério do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente, substituindo a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), e que

posteriormente foi extinto sendo substituído pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 1992.

No Brasil, a primeira Constituição Federal que menciona a expressão “meio ambiente” é a de 1988 em seu art. 225, onde tem-se que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. O meio ambiente passa a assumir o status de direito fundamental, ou seja, um direito de todos, assim como a saúde (art. 196) e educação (art.205), por exemplo (MACHADO, 2009, p. 129).

Os princípios de Direito Ambiental foram extraídos da Constituição Federal de 1988, quais sejam: a participação popular, o desenvolvimento sustentável, os princípios de prevenção e precaução, dentre outros. Tais princípios têm fundamental importância quando se trata da busca por um meio ambiente ecologicamente equilibrado, pois são através deles que o alcance desse objetivo pode ser possível. Fiorillo (2013) define como desenvolvimento sustentável aquele que atende as necessidades atuais sem prejudicar o atendimento das gerações futuras. O princípio de prevenção e precaução dependem da atitude dos seres humanos de preservarem os bens ambientais e estarem atentos ao seu meio ambiente e não agirem sem avaliar previamente, as consequências das decisões tomadas (MACHADO, 2009, p. 91).

A partir de então, com o meio ambiente assumindo caráter constitucional, onde se definiram os direitos e deveres da população civil e do poder público nas esferas municipais, estaduais e federais para com o mesmo. Ou seja, todos têm direito de usufruir de um ambiente saudável, mas atrelado a esse direito está o dever de preservá-lo. Ao longo da Constituição são apontados alguns deveres como: controlar a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comporte risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente; compete também a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas. Diante disso, em tese está assegurada a proteção ao meio ambiente através da conscientização da população, do controle de atividades que gerem riscos ao meio ambiente e o combate por parte do Poder Público à poluição

em qualquer forma. Os direitos e deveres no que se refere ao meio ambiente não se resumem apenas nos abordados na Constituição de 1988, outros mais existem e variam de acordo com o aspecto ambiental abordado, recursos hídricos, uso e ocupação do solo e qualidade do ar, por exemplo.

Um ambiente desequilibrado compromete inúmeros recursos e várias formas de vida, afinal todos dependem de um local saudável para crescer e se desenvolver. Segundo Viola (1994, apud Nickel, 1992) o direito relacionado ao meio ambiente seguro tem foco nas ameaças à vida e saúde humanas derivadas de processos tecnológicos e industriais e da disposição de esgotos e rejeitos. Para Machado (2017), ter direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado é equivalente a afirmar que o direito que não se desequilibre de forma significativa o meio ambiente existe, ou seja, o meio ambiente tem o direito de não ser desequilibrado. Além disso, um meio ambiente saudável é essencial à boa qualidade de vida da sociedade.

Quando se fala em políticas ambientais a questão dos resíduos sólidos está diretamente relacionada a elas, e é um dos pontos fundamentais tendo em vista que a discussão em torno da PNRS durou 21 anos no Congresso Nacional até ser aprovada em 2010. Políticas ambientais são conjuntos de diretrizes que norteiam a aplicação de instrumentos de planejamento e gerenciamento ambientais, por isso a discussão em torno dos resíduos sólidos é tão importante, afinal para o descarte dos resíduos necessita-se tanto de tratamento quanto de espaço para disposição final adequados. Além disso com o aumento da população, a geração de resíduos também aumenta demandando um gerenciamento cada vez mais eficiente.

Enquanto no Brasil efetivamente passou-se a ter uma política focada em resíduos sólidos em 2010 com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em países desenvolvidos, por exemplo, segundo Demajorovic (apud BROLLO & SILVA, 2001, p.6-7), houve três fases no desenvolvimento da gestão dos resíduos sólidos:

Fase 1 – prevaleceu até o início da década de 70, onde os lixões a céu aberto na Europa Ocidental foram eliminados em sua maioria. A maior parte dos resíduos passou a ser incinerada ou encaminhada para aterros sanitários.

Fase 2 – priorização da recuperação e reciclagem dos materiais, através do estabelecimento de novas relações entre consumidores finais, distribuidores e produtores, para garantir, ao menos, o reaproveitamento de parte dos resíduos.

Fase 3 – a partir da década de 80 a atenção passa a concentrar-se na redução do volume de resíduos, em todas as etapas da cadeia produtiva. Assim, antes de

pensar no destino dos resíduos, pensa-se em como não gerá-lo; antes de pensar na reciclagem, pensa-se na reutilização dos materiais, o que demanda menos energia; e, só então, antes de encaminhar os resíduos (rejeitos) ao aterro sanitário, procura-se recuperar a energia presente nos mesmos, por meio de incineradores, tornando-os inertes e diminuindo seu volume.

Em países desenvolvidos a discussão e medidas efetivas para lidar com os resíduos sólidos ocorria desde a década de 70. No Brasil, na data de 2 de agosto de 2010 a Lei nº12.305 foi instituída sob o título de Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) onde foram apontados seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes referentes à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, e sobre as diretrizes relativas às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Dentre suas definições e disposições, é relevante destacar que disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; e que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deveria ser implantada em até 4 anos.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a forma de disposição final ambientalmente adequada é o aterro sanitário e os Estados e Municípios deveriam se adequar a proposta até 2014, mas a realidade está bem distante do que está previsto na lei. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2016) o cenário da disposição final dos RSU é de 58,4% do total coletado em 2016 ou 41,7 milhões de toneladas em aterros sanitários, e 41,6% ou 29,7 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados.

A PNRS abrange Estados e Municípios, ou seja, são necessárias leis estaduais e municipais, além de atos normativos próprios para criar ou discriminar as normas para a aplicação da lei. Em 11 de março de 2010, o plenário da Câmara dos Deputados aprovou em votação simbólica um substitutivo ao Projeto de Lei (PL) nº203/91 – que dispunha sobre o acondicionamento, a coleta, o tratamento, o transporte e a destinação final de resíduos de serviços de saúde – que instituiu a PNRS impondo obrigações aos empresários, aos governos e aos cidadãos no gerenciamento dos resíduos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do meio Ambiente, articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a

Política Federal de Saneamento Básico, regulamentando princípios, objetivos e instrumentos capazes de proporcionar um meio ambiente saudável considerando aspectos ambientais, econômicos e sociais. Ela foi elaborada tendo como fundamento a Constituição da República, em seu Art. 24 que enuncia que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar sobre a proteção ao meio ambiente e o controle da poluição (inciso VI) e a responsabilidade por dano ambiental e ao consumidor (inciso VIII).

A seguir serão citados apenas alguns dos princípios e objetivos da PNRS que são pertinentes ao presente estudo:

- Prevenção e precaução, onde prevenção é evitar que o dano ambiental ocorra e precaução é a minimização dos riscos, ou seja, da possibilidade de que algo cause dano;
- Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, ou seja, todos (produtor, consumidor, importador, distribuidor, titulares de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos) são responsáveis tanto por aquilo que produzem como pelo o que consomem. Assim sendo, devem todos agir de forma a minimizar tanto o volume dos resíduos sólidos e rejeitos gerados, como também os impactos à saúde humana e à qualidade ambiental;
- Reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Esse princípio traz à luz a importância e necessidade de reconhecimento dos catadores, cooperativas e projetos cuja finalidade é reutilizar e reciclar resíduos;
- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, tal objetivo dialoga diretamente com o direito à um ambiente saudável e à qualidade de vida;
- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- Incentivo à indústria de reciclagem;
- Visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos considerando aspectos ambiental, social, cultural, econômico, tecnológico e a saúde pública, ou seja, uma gestão adequada deve considerar todos os aspectos ao lidar com resíduos sólidos de maneira integrada;

- Desenvolvimento sustentável, melhorias nos aspectos econômicos e sociais não podem ocorrer em detrimento da qualidade do meio ambiente;

A fim de melhorar o entendimento e discussão acerca do tema, a seguir serão desenvolvidos alguns dos tópicos e termos abordados acima.

Primeiramente, é importante definir o que são resíduos sólidos. A Lei os define como sendo todo material, substância, objeto ou bem que seja descartado resultante de atividades humanas em sociedade, podendo estar em estado sólido ou semissólido. Gases e líquidos podem ser considerados resíduos sólidos desde que contenham particularidades que impeçam o descarte em rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou que sejam economicamente inviáveis frente a melhor tecnologia disponível. O artigo 13 traz uma classificação dos resíduos sólidos de acordo com sua origem e periculosidade.

Rejeito, de acordo com a PNRS, são os resíduos sólidos que após esgotadas todas suas possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos e economicamente viáveis não apresentam qualquer outra possibilidade de uso, restando apenas a disposição final ambientalmente adequada como única medida a ser tomada.

Ciclo de vida de produto é o ciclo compreendido por uma série de etapas que envolvem desde o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final. Assim sendo, retomando o conceito de responsabilidade compartilhada do ciclo de vida do produto, a responsabilidade sobre todas as etapas citadas acima vai desde o produtor até o momento do manejo dos resíduos.

Reciclagem é processo de transformação dos resíduos sólidos em propriedades que podem ser físicas, físico-químicas ou biológicas, tendo como resultado novos insumos ou novos produtos, sob observação das condições e padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.

Reutilização é definido como o reaproveitamento dos resíduos sólidos sem que ocorra transformações físicas, físico-químicas ou biológicas, ou seja, é o simples ato de utilizar novamente sem que seja necessária qualquer modificação na forma ou composição do resíduo.

Destinação final e ambientalmente adequada é a destinação de resíduos que inclui as etapas de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações permitidas pelos órgãos

competentes, entre elas a disposição final, sempre observando as normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e também minimizar os impactos ambientais adversos.

Disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de maneira ordenada de rejeitos em aterros sanitários, local em que são ou ao menos deveriam ser observadas normas operacionais e critérios técnicos de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Visão sistêmica diz respeito, segundo Machado (2012), a considerar as variantes ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública na gestão dos resíduos sólidos e que as mesmas não podem ser consideradas separadamente na gestão dos resíduos sólidos.

Desenvolvimento sustentável por sua vez pode ser definido como um princípio que determina a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, com o objetivo de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem estar (FREITAS, 2012).

A PNRS é bem estruturada e fornece suporte para o desenvolvimento de uma abordagem mais sustentável em relação aos resíduos sólidos, há o incentivo para adoção de práticas como a reciclagem, reutilização de materiais, o consumo mais consciente a fim de se repensar no que será consumido, e como consequência desse comportamento pode-se alcançar a redução na geração de resíduos. Princípios básicos que constituem a Política dos 5 Rs.

É importante destacar o Art. 9º que estabelece uma ordem de prioridade a ser observada no que se refere à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição ambientalmente adequada de rejeitos”, dessa forma tem-se aqui uma prioridade no modo com a qual se deve lidar com os resíduos e uma ordem a ser seguida, teoricamente. A redução é praticamente uma consequência direta da não geração de resíduos que é a obrigação legal prioritária, já que tomando medidas para não gerar acaba-se por diminuir a produção de resíduos. As medidas subsequentes de reutilização e reciclagem por sua vez vêm atreladas a não geração e redução, afinal são processos que visam aproveitar o máximo que determinado

resíduo tem a oferecer. Reutilização é o processo de inserir novamente o resíduo para uso sem alterar suas características biológica, física ou físico-química, por exemplo, utilizar o mesmo frasco de vidro para diversos fins; enquanto que o processo de reciclagem implica nessas mudanças, como o papel reciclado que passa por processos físico-químicos.

3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduo sólido é tudo aquilo que foi gerado ou descartado no desenvolvimento das atividades humanas, em processos industriais, nas atividades doméstica e comercial, assim como, pela ação da natureza, como folhas, galhos, terra, areia - e são retirados das ruas e logradouros através da varrição devendo ser transportados, tratados e destinados para os aterros sanitários ou controlados (SILVA, 2015)

De maneira geral, a população classifica como lixo aquilo que não tem mais utilidade e jogam fora, mas observando com atenção o lixo é composto por vários materiais que precisam de manejo diferenciado. A classificação é feita baseando-se na identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus componentes e características, e também comparando os componentes de vários tipos de resíduos e substâncias que causam sérios impactos ao meio ambiente e à saúde (SILVA, 2015).

Os resíduos sólidos são entendidos como: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se processe, 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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

E em relação à sua origem são classificados em:

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, exceto resíduos de serviços públicos de saneamento básico, de serviços de saúde, de construção civil, de serviços de transporte e o citado no item “b”.

3.2.2 POLÍTICA DOS 5 Rs

A Política dos 5 Rs é uma consequência de uma série de eventos ocorridos ao longo dos anos. Tiveram participação direta na sua criação e implementação, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Rio 92, e Agenda Ambiental na Administração Pública, a A3P, que foi criada em 1999.

A Rio 92 foi um evento ocorrido em 1992 na cidade do Rio de Janeiro com representantes de 179 países, cujo objetivo foi debater os problemas ambientais a fim de decidirem medidas para conseguir diminuir a degradação ambiental e dessa forma garantir o desenvolvimento seguro das demais gerações. Àquele tempo já eram discutidas ideias de modelos de desenvolvimento econômico, porém diminuindo o consumo de matéria prima e produtos.

Paralelamente a Rio 92 ocorreu o Fórum Global, um evento organizado por organizações não governamentais – ONGs – que resultou na Carta da Terra. A Carta da Terra é uma declaração de princípios éticos e morais envolvendo questões sociais, ambientais e econômicas com o intuito de *“gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura de paz.”* (A Carta da Terra, 2010).

Além d'A Carta da Terra, um grande legado oriundo da Conferência foi a Agenda 21, que consiste em um documento onde os países se comprometeram a refletir sobre as formas de cooperação entre sociedade civil, empresas, governos, ONGs, para estudos de soluções para os problemas socioambientais. Entre os pontos mais relevantes das ações levantadas na Agenda 21 estão o planejamento de sistemas de produção e consumo sustentáveis contra a cultura de desperdício, propondo que *“a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema da eliminação cada vez maior de resíduos. Os Governos, juntamente com a indústria, as famílias e o público em geral, devem envidar um esforço conjunto para reduzir a geração de resíduos e de produtos descartados”* (SMA, 1998).

Na Agenda 21, a questão dos resíduos sólidos é tratada em vários capítulos porque não há como abordar esse tema sem entrar em questões de modelo de desenvolvimento, padrões de consumo, saúde, saneamento básico, conscientização e educação, legislação, cidadania e recursos financeiros.

O Brasil desenvolveu sua própria Agenda 21 que é um processo e instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável, tendo como eixo principal a sustentabilidade de forma compatível com a conservação ambiental, justiça social e o crescimento econômico (MMA, 2018). O processo de elaboração da Agenda 21 Brasileira ocorreu dentre 1996 e 2002, quando em 2003 foi implementada no país e já elevada à condição de Programa do Plano Plurianual – PPA – dos anos 2004 – 2007. Na categoria de programa ela adquiriu mais força política e institucional, passando a ser um instrumento fundamental para a construção de um país mais sustentável.

Tendo a Agenda 21 como inspiração, foi elaborada primeiramente a política dos 3 Rs, que consiste nos atos de Reduzir, Reutilizar e Reciclar, nessa ordem. Ou seja, o ciclo inicia na redução do consumo com o objetivo de gerar o menor volume de lixo possível, dessa forma reduz-se não só os rejeitos a serem gerenciados, mas também a quantidade de recursos consumidos na produção de tais materiais. A reutilização, como o próprio nome sugere, consiste no ato de utilizar um determinado produto quantas vezes forem possíveis, evitando o descarte desses materiais. Quando não é possível realizar a reutilização recorre-se a etapa da reciclagem para que o produto passe por processos de transformação produzindo novos produtos, sendo estes reintroduzidos na cadeia consumidora iniciando um novo ciclo.

Como uma forma de evolução, por assim dizer, da política dos 3 Rs surgiu a política dos 5 Rs, além de dois Rs a mais a diferença também está na ideologia. Os Rs acrescidos significam: Repensar, podendo ser também Refletir, e Recusar.

A diferença ideológica se dá na medida em que os 5 Rs provocam uma análise mais profunda sobre a forma de consumo da sociedade. Repensar é de fato pensar se um determinado produto é realmente necessário, se não faz parte de algum excesso de qualquer natureza. E Recusar é não aceitar consumir produtos que gerem danos significativos ao meio ambiente, seja na forma de produção seja na forma do gerenciamento de seu resíduo. A política dos 5 Rs gera uma maior transformação, pois aborda além do modo como se deve lidar com o resíduo de forma prática, no dia a dia, aborda também questões comportamentais.

Outra Agenda que teve participação na implementação da política dos 3 e 5 Rs, foi a Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P, que é um programa que visa implementar a gestão socioambiental sustentável das atividades administrativas e operacionais do Governo, que vão desde mudanças nos investimentos, compras e contratações de serviços pelo governo, até uma gestão adequada dos resíduos gerados e dos recursos naturais utilizados tendo como principal objetivo a melhoria na qualidade de vida no ambiente de trabalho.

O programa tem como diretriz a conscientização e sensibilização dos gestores públicos para as questões socioambientais, estimulando-os a incorporar princípios e critérios de gestão ambiental nas atividades administrativas, por meio da adoção de ações que promovam o uso racional de recursos naturais e dos bens públicos, o manejo adequado e a diminuição do volume de resíduos gerados, ações de licitação sustentável/compras verdes e ainda ao processo de formação continuada dos servidores públicos das três instâncias: federal, estadual e municipal; e aos três poderes: executivo, legislativo e judiciário. E sobretudo, tem caráter voluntário, não há uma norma que impõe o cumprimento do programa, tampouco sanção para quem não segue suas diretrizes.

Em 2002 chegou a ser premiada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), como “O melhor dos exemplos” na categoria Meio Ambiente, devido os resultados positivos que a A3P vinha conseguindo desde sua implantação. A Agenda foi incluída no Plano Plurianual (PPA) 2004/2007 como ação do programa de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis, continuando no PPA 2008/2011. A A3P tornou-se um referencial de sustentabilidade nas atividades públicas.

Em diversas instituições a coleta seletiva é uma prática comum; em algumas foi adotado sistema para evitar o desperdício de água; outras estabeleceram que toda licitação será dentro de critérios de sustentabilidade. O que o programa fez foi sistematizar em eixos temáticos o que é fundamental para um projeto de sustentabilidade. Os eixos são: uso dos recursos naturais; qualidade de vida no ambiente de trabalho; sensibilização dos servidores para a sustentabilidade; compras sustentáveis, construções sustentáveis e gestão de resíduos sólidos (MMA, 2018).

Esses são exemplos de que governo nacional possui ferramentas para estudar, discutir e implementar políticas capazes de promover um desenvolvimento sustentável.

4 METODOLOGIA

Depois de realizar a revisão e análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos, realizou-se levantamento bibliográfico para identificar os aspectos econômicos e ambientais abordados nos trabalhos para identificar quais seriam os impactos.

A busca foi feita em um recorte nacional e temporal entre 2010 a 2018 a fim de coletar informações do período em que a PNRS foi instituída até os tempos atuais, incluindo o período pré e pós prazo de encerramento dos lixões e aterros controlados.

Para buscar os artigos e trabalhos que trataram do assunto a pesquisa foi realizada em plataformas virtuais como o Scielo, Acervo Digital UFPR, Google Acadêmico, onde foram buscadas palavras-chave acerca do objeto de pesquisa. As palavras-chave usadas foram: meio ambiente; desenvolvimento sustentável; aspectos econômicos; aspectos ambientais; impactos ambientais; impactos econômicos; todos associados a expressão “aterro sanitário”.

A seleção ocorreu da seguinte forma, a primeira busca foi feita com as palavras-chave, posteriormente selecionados os estudos e pesquisas que se enquadravam no intervalo temporal de interesse (entre 2010 e 2018). Posteriormente os resumos foram lidos a fim de se verificar se o tema abordado estava de acordo com o desejado. Trabalhos que abordavam aspectos socioeconômicos foram excluídos, pois o objetivo desta análise não é abordar questões sociais, ainda que sejam muito importantes e façam parte do desenvolvimento sustentável. Trabalhos que enfocam os aspectos econômicos ainda apresentam número reduzido em relação aos que estudam aspectos ambientais e sociais. No fluxograma abaixo, Figura 5, estão indicados as etapas de seleção para se chegar ao resultado final:

Figura 5: Fluxograma da seleção dos trabalhos analisados



A resolução CONAMA nº 1/1986 define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Impacto ambiental será trabalhado aqui como alterações no meio ambiente de forma mais abrangente, sem análises física, química e biológica de modo aprofundado. Os impactos serão abordados no âmbito do bem-estar da população,

das atividades econômicas e sociais, das condições estéticas do meio ambiente e da qualidade dos recursos naturais locais.

Entende-se como impacto econômico para este trabalho aquilo que afeta de alguma maneira a economia de um Município ou Estado no que tange o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e suas consequências, quais sejam: geração ou não de renda para a população, despesas e ganhos do setor público e privado, gastos com saúde pública e com o meio ambiente.

Dessa forma, impacto pode ser tanto positivo quanto negativo. Por vezes, as medidas tomadas podem trazer melhoria econômica ou ambiental, uma determinada forma de tratamento de resíduos sólidos pode contribuir para a melhoria da qualidade do meio enquanto que outra pode contribuir de forma negativa.

Abaixo estão listados alguns trabalhos que abordaram os impactos ambientais e econômicos que estão relacionados aos aterros sanitários. Muitos trabalhos abordam a questão econômica no sentido de apontar meios de se aproveitar melhor o que uma gestão mais sustentável pode gerar, como por exemplo, a reciclagem e compostagem de matéria orgânica.

Os trabalhos foram separados em duas tabelas, a primeira abordando os impactos ambientais e a segunda os impactos econômicos. Entretanto, alguns trabalhos podem estar contidos nas duas tabelas por abordarem os dois aspectos.

A primeira tabela, Tabela 1, reúne os trabalhos que abordaram os aspectos ambientais de aterros sanitários, contendo título, autor(es), um breve resumo dos impactos abordados e o ano de publicação.

Tabela 2: Trabalhos que abordam impactos ambientais de aterros sanitários.

Título (autor)	Impactos ambientais	Ano
Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. (GOUVEIA, N.)	Curto prazo os resíduos sólidos podem comprometer a qualidade do solo, da água e do ar, formação de chorume, de gases tóxicos, asfixiantes e explosivos, proliferação de vetores, emissão de partículas e outros poluentes atmosféricos. Longo prazo, mudança climática, emissão de gases do efeito estufa.	2012
Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de Belém – PA: Aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. (MATOS et al.)	Poluição da água, do ar e solo, proliferação de vetores. Poluição das águas pode ser física, química e biológica. Poluição das áreas circunvizinhas pelos resíduos leves como plástico e papel.	2011

Emissão de gases do efeito estufa de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. (BORBA et al.)	Emissão de CH ₄ no setor de resíduos equivale a 18% das emissões antropogênicas de CH ₄ em todo mundo.	2018
Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. (GOMES et al.)	Aquecimento global (emissões atmosféricas, transporte e compostagem); redução de recursos não renováveis (consumo de óleo diesel); alteração da qualidade de solo e águas (potencial de contaminação se o lixiviado não for tratado); geração de resíduos finais (rejeitos aterrados e do lodo gerado no tratamento de lixiviado).	2015
Avaliação das emissões superficiais do gás de aterros sanitários de grande porte. (SILVA et al.)	Os aterros sanitários são responsáveis por até 20% das emissões de metano geradas pelas atividades antrópicas.	2013
Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. (RIBEIRO et al.)	A minimização da geração de lixo e a reciclagem evitam a poluição ao mesmo tempo em que diminuem a pressão sobre a extração de matérias-primas diretamente na natureza.	2014
Gestão de resíduos sólidos e São Paulo: desafios da sustentabilidade. (JACOBI P. R. e BESEN G. R.)	Degradação do solo, comprometimento dos corpos hídricos, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores.	2011
Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. (FELICORI et al.)	Construção de aterro sanitário em áreas inadequadas desconsiderando as restrições legais vigentes.	2016
Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. (CAVALLET et al.)	Avaliação de metais pesados no lixão do Embocuí, município e Paranaguá – PR.	2013
Avaliação de um aterro sanitário por meio do índice de qualidade de resíduos sólidos. (LIMA et al.)	Avaliação técnica da acomodação dos resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário de Tupã – SP, a qual classificou o aterro como inadequado.	2017

Avaliação do potencial tóxico dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande – PB. (SILVA, A.)	Avaliar o potencial tóxico dos RSU da cidade de Campina Grande, presentes em uma célula experimental. Os RSU foram considerados como perigosos, e elementos traço como alumínio, manganês e níquel, contribuíram com o efeito fitotóxico dos resíduos sólidos.	2015
Impactos socioambientais causados pelo aterro sanitário no município de Marituba – PA. (VASCONCELOS JUNIOR, M. R. e SILVA CORRÊA, R. do S. da)	Impactos ambientais foram identificados como, forte odor decorrente da decomposição de matéria orgânica, proliferação de vetores, contaminação do solo e rios próximos pelo chorume lixiviado.	2017

Os trabalhos que abordaram os aspectos econômicos de aterros sanitários estão reunidos na Tabela 2 a seguir, com título, autor(es), um breve resumo dos impactos abordados e o ano de publicação.

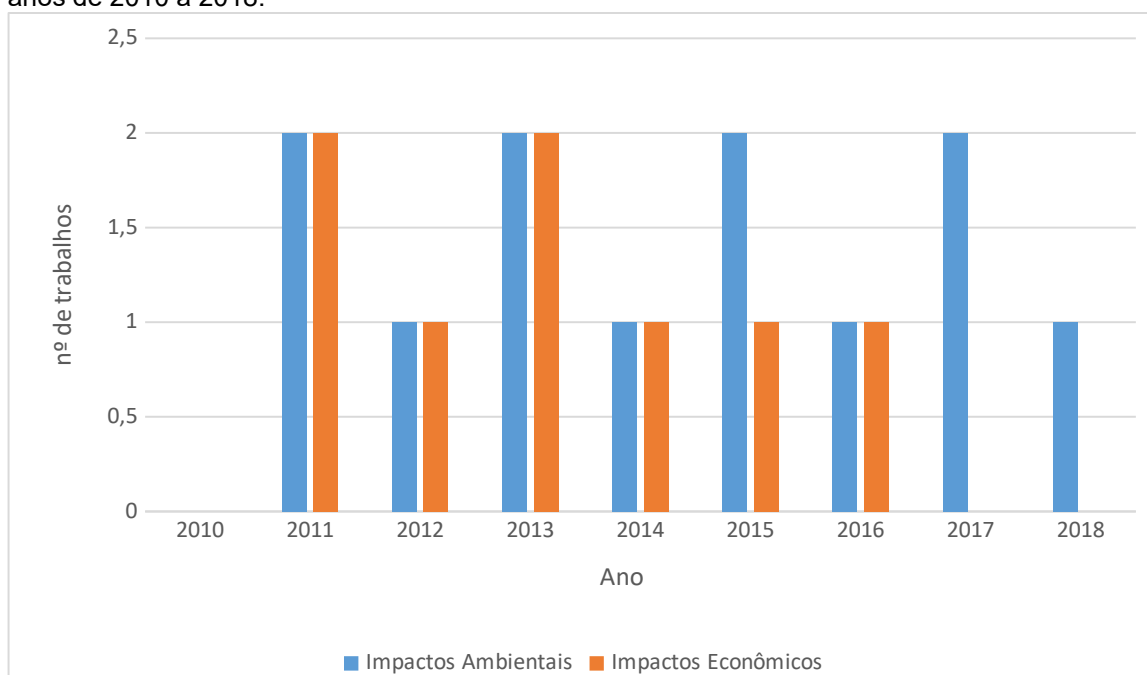
Tabela 3: Trabalhos que abordam impactos econômicos de aterros sanitários.

Título e autor	Impactos econômicos	Ano
Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. (GOUVEIA, N.)	Em relação ao trabalho dos catadores: geram economia de energia e de matéria prima	2012
Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de Belém – PA: Aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. (MATOS et al.)	Existem duas cooperativas que atuam no processo de reciclagem, porém devido à falta de incentivos financeiros a mão de obra qualificada o aproveitamento fica aquém do potencial de reciclagem.	2011
Avaliação das emissões superficiais do gás de aterros sanitários de grande porte. (SILVA et al.)	Aproveitamento dos créditos de carbono e energético do aterro.	2013
Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. (RIBEIRO et al.)	Quantidade considerável de recursos poupados, como energia, água, petróleo, árvores, bauxita, minério de ferro, carvão mineral e recurso público.	2014
Gestão de resíduos sólidos e São Paulo: desafios da sustentabilidade. (JACOBI P. R. e BESEN G. R.)	Ineficiência e baixa abrangência da coleta seletiva em São Paulo causam perdas econômicas estimadas em R\$749 milhões anuais.	2011
Aterros sanitários para geração de energia elétrica a partir da produção	Estimativa da quantidade de biogás e energia gerada da decomposição	2016

de biogás no Brasil: comparação dos modelos LandGEM (EPA) e Biogás (Cetesb). (VELÁSQUEZ et al.)	anaeróbia em um aterro sanitário de Três Corações, Minas Gerais.	
---	--	--

O Gráfico 1 abaixo representa a distribuição dos trabalhos que abordam impactos ambientais e econômicos pesquisados ao longo dos anos de 2010 a 2018, agrupados por assunto em relação ao ano de publicação. É possível observar que o número de trabalhos que trataram de aspectos ambientais foram maiores que os que trataram de aspectos econômicos. Cabe citar que existem trabalhos que tratam de aspectos socioeconômicos mas não fizeram parte do escopo de análise e esse fato acarretou no número reduzido de trabalhos que abordam aspectos econômicos.

Gráfico 1: Trabalhos abordando impactos ambientais e econômicos de aterros sanitários entre os anos de 2010 a 2018.



Foram listados 14 trabalhos que tratam de aspectos ambientais e/ou econômicos dos aterros sanitários. É possível notar que invariavelmente todos os trabalhos apontam problemas quanto aos aspectos ambientais, como a produção de lixiviado e percolado; poluição de áreas circunvizinhas com resíduos leves (papel e plástico); atração de vetores; emissão de gases; contaminação do lençol freático.

Quanto aos aspectos econômicos abordados a maioria abordou a reciclagem sob o ponto de vista de catadores e cooperativas; aproveitamento dos créditos de

carbono; utilização do biogás; perdas econômicas no sentido de se gastar com novas matérias-primas e também o aumento do custo de produção devido à escassez de reservas e custos de processamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os impactos ambientais levantados nos trabalhos mostraram que o principal problema dos aterros sanitários é a contaminação do solo, água e ar, e em alguns casos o problema de espaço disponível adequado para a instalação de aterro sanitário. Apontam contaminação por chorume, gás metano, reprodução de vetores e até mesmo material tóxico.

Os aspectos econômicos da reciclagem foram estudados nos trabalhos selecionados principalmente sob o ponto de vista das associações de catadores e os recursos financeiros poupados a partir da reciclagem de papel, vidro e metal. Milhões podem ser economizados, como o caso apresentado no estudo do Rio de Janeiro, que no ano de 2008 evitou o gasto equivalente a R\$32,5 milhões.

Outra atividade que interfere economicamente no estudo de aterros sanitários é a exploração do biogás, que não é explorada em toda sua potência energética que além dessa utilidade é uma forma de contribuir com o meio ambiente captando o gás que seria emitido para atmosfera.

A compostagem também foi estudada como uma alternativa para uma destinação adequada aos resíduos sólidos juntamente com a triagem de resíduos para reciclagem. Além de gerar material que poderá possuir um alto valor agregado, reduz o volume a ser disposto no aterro sanitário (Gomes, et al., 2015). As vantagens da compostagem observados foram além do ganho ambiental, a vida útil do aterro sanitário pôde ser inferido e também a comercialização do composto orgânico.

Os aterros sanitários podem ser considerados um método melhor que o lixão a céu aberto e aterros controlados, mas ainda apresentam muitas questões problemáticas em relação a qualidade do meio ambiente e também impactos econômicos. Apesar de fazerem parte de um sistema de gestão e ser, de acordo com a PNRS, a destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos, os aterros apresentam significativos impactos ambientais, como apontados nos trabalhos pesquisados.

Ainda ocorre grande contribuição para poluição do solo, da água e do ar. Tem-se uma preocupação com a questão espacial, com o tempo de vida útil dos aterros e os impactos que podem ser gerados quando forem desativados. Os resíduos dispostos nos aterros sanitários ainda têm utilidade, não são tratados como rejeitos

de fato. Há um grande potencial de exploração de materiais recicláveis, matéria orgânica para compostagem, reutilização e outras formas de reaproveitamento dos materiais.

Relembrando que o aterro sanitário é uma obra de engenharia destinada basicamente à estocagem, ao armazenamento de resíduos ou lixo gerados pelas grandes aglomerações urbanas da sociedade consumidora, e para essa operação são necessários grandes desmontes e movimentação de terra.

Comumente essas camadas extrapolam o nível topográfico original da região e passam a formar montanhas artificiais e instáveis, consequentemente, alterando a paisagem do local. Essa técnica poderá causar vários problemas, tanto ambientais como para a sociedade, tais como: necessidade de grandes investimentos para sua implantação e manutenção; fermentação e digestão da matéria orgânica pelos microrganismos anaeróbicos que geram gases nocivos à atmosfera, além do chorume (líquido poluente e malcheiroso); o material plástico, contido no lixo do aterro – que não é biodegradável – permanece ileso por centenas de anos, criando bolsões de gases e condições de deslizamento das camadas componentes do aterro; inutilização de grandes áreas em locais valorizados e próximos das cidades que nunca mais poderão ser utilizados, senão para cobertura verde.

Na busca por um ambiente saudável e equilibrado, repensar no que se consome é o primeiro passo para a redução da produção de resíduo, se é realmente necessário visando evitar o desperdício, se há outra forma de consumir determinado produto ou uma alternativa mais sustentável e recusar possibilidades de consumo que gerem impactos ambientais significativos. Depois de selecionar, procurar meios de reutilizar, usar novamente antes de descartá-lo; e reciclar, transformar o produto em matéria prima para outro ciclo de produção-consumo-descarte. A coleta seletiva é um bom exemplo sobre a prática da reciclagem, os catadores e cooperativas também.

Colocando os 5 Rs em prática, o que resta para os aterros sanitários são somente rejeitos, ou seja, aquilo que não tem mais função na cadeia produtiva. O espaço necessário diminuiria; os riscos de danos ambientais reduziriam, como produção de gás metano devido a decomposição da matéria orgânica; o volume de chorume produzido cairia, diminuindo a lixiviação e percolação no solo e subsolo; contaminação de corpos d'água; etc.

O custo do serviço de limpeza pública sofreria redução devido a redução do volume de resíduo a ser coletado e transportado, não seriam necessárias grandes áreas para a instalação do empreendimento, a vida útil seria otimizada tendo como consequência a diminuição na construção de novos aterros. Os esforços poderiam ser redirecionados para a pesquisa de novas tecnologias de aproveitamento energético, por exemplo, podendo ser uma nova fonte de renda.

A PNRS prevê em seu Art. 9º: Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ou seja, a política dos 5 Rs está de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos em todos os seus requisitos.

Além disso, a coleta seletiva está prevista com um dos instrumentos da PNRS, bem como a logística reversa, onde o empreendedor é responsável pela coleta das embalagens ou produtos depois de utilizados, e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. O incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis é outro instrumento.

A reciclagem talvez seja um dos Rs mais presente na gestão dos resíduos sólidos urbanos, porém não com todo potencial que é capaz, o Brasil desperdiça um faturamento anual de R\$ 8 bilhões segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Cerca de 30% a 40% dos RSU no país são considerados passíveis de reaproveitamento e reciclagem, mas somente 13% desses resíduos são encaminhados para a reciclagem.

O Manual de Educação para o Consumo Sustentável publicado em 2005 diz que a reciclagem apresenta vantagens tanto do ponto de vista ambiental como social, reduzindo o consumo de recursos naturais, poupando energia e água e ainda diminui o volume de lixo e a poluição. Além disso, quando há um sistema de coleta seletiva bem estruturado, a reciclagem pode ser uma atividade econômica rentável.

A partir da compostagem, que consiste na transformação da matéria orgânica em composto orgânico oriundo da matéria orgânica por vezes com características desagradáveis, tem-se um insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos, ou seja, adubo. Além de ser uma maneira de reduzir o volume do que é aterrado por ter excluído a matéria orgânica do montante,

pode ser também interessante do ponto de vista econômico, embora poucos estudos nesse sentido sejam realizados no país (Pires, 2011).

De acordo com levantamentos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) a composição média dos resíduos domiciliares é basicamente 55% matéria orgânica, 25% papel, 4% metal, 3% vidro, 3% plástico e 10% de outros. Há um grande potencial de possibilidade de reaproveitamento desses materiais, reduzindo consideravelmente a necessidade de extração de matérias primas (Pereira e Maria, 2012).

Entretanto, apesar de a PNRS apresentar-se favorável a medidas mais sustentáveis, para Jesus (2013), a política não enfrenta a questão do consumo de forma mais profunda, e de certa forma acaba estimulando o consumo mesmo que de produtos recicláveis.

Portella e Ribeiro (2014), afirmam que não há como dissociar a vida em centros urbanos altamente consumistas sem a geração de grandes quantidades de resíduos sólidos. Esse é um problema cada vez mais crescente e que requer políticas públicas para a busca de soluções ambientalmente aceitáveis ou que ao menos proporcione menores impactos ao meio ambiente.

Brollo e Silva (2001), concluem que sem a união do governo com políticas ambientais eficazes com uma sociedade civil mais alerta, consciente, mobilizada e participativa, o desenvolvimento econômico pode provocar uma perda do patrimônio natural e ambiental.

Em relação a questão econômica, a ONU (2016) aponta que de 20% a 50% dos orçamentos municipais estão comprometidos com a coleta e destinação dos resíduos, mas que essa porcentagem poderia ser bem maior tendo em vista que a população mundial atendida por coleta corresponde a 50% do total segundo a Associação Internacional de Resíduos Sólidos – Iswa (O Estado de S. Paulo, 2013). Os municípios em sua maioria realizam o serviço de coleta, transporte e disposição de resíduos através de concessionárias; um cenário onde tais empresas tenham um maior volume para gerenciar é muito atrativo.

O aterro sanitário como forma de destinação final ambientalmente adequada como estabelece a PNRS assim o é desde que aplicado dentro do que a própria Política Nacional de Resíduos Sólidos propõe, a de que serão destinados aos aterros os rejeitos, os resíduos sólidos que não apresentam outra possibilidade que não a disposição final. Conforme Lima *et al* (2009) é recomendado adotar

tecnologias que recuperem os resíduos, aproveitando o máximo da matéria prima e obtendo ganhos econômicos e ambientais.

Outras alternativas possíveis para a gestão de resíduos sólidos aplicadas em outros países:

- Em Cingapura, o governo criou um aterro sanitário que se transformou em atração popular. Pulau Semakau é o primeiro depósito de lixo na costa e apesar das 9,8 milhões de toneladas de lixo incinerado que ficam cerca de 30 cm abaixo da superfície, é uma ilha artificial que remete a uma reserva natural. A quantidade de visitantes duplicou entre 2005 e 2010, passou de 4 mil pessoas para 13 mil pessoas ao ano. (imagens)
- Em Nova York o aterro Fresh Kills foi fechado e será reaberto em 2035 como parque.
- No Japão em 1994 o Aeroporto Internacional de Kansai, em Osaka, foi construído sobre um velho aterro sanitário (GEOTHEC, 2014)
- Programa de Compras Públicas Sustentáveis, Japão e EUA incorporam critérios ambientais em suas compras, é um programa que visa apoiar os governos a redirecionarem os gastos públicos para produtos e serviços que tragam benefícios sociais e ambientais significantes;
- Países como o Japão e Alemanha são exemplos de países que fazem uso desse tipo de tratamento e que são considerados por muitos como bem-sucedidos. Tal processo diminui o volume dos rejeitos em cerca de 90% e o peso em 15%, o que pode ser visto como uma de suas principais vantagens.

Se economia e sociedade giram em torno de um ponto em comum, o meio ambiente, este deve se manter saudável tanto quanto seja possível para que o ciclo continue de forma equilibrada. O que está acontecendo é que o uso de recursos está maior do que a capacidade de recuperação do meio ambiente provocando dessa forma um desequilíbrio. Segundo o Relatório Planeta Vivo da World Wildlife Fund (WWF, 2014) a Pegada Ecológica brasileira é de 2,9 hectares globais por pessoa o que significa que se todas as pessoas do mundo consumissem como os

brasileiros seria necessário 1,6 planeta para suprir a demanda. Os recursos naturais não são ilimitados, a natureza impõe um limite ecológico que reflete no processo econômico da sociedade.

6 CONCLUSÃO

A má gestão dos resíduos sólidos pode gerar impactos ambientais e econômicos significativos. Segundo Borba et. al (2018) a estimativa é de que sejam emitidas de 35 a 69 toneladas de CH₄ para a atmosfera por meio dos aterros sanitários. O metano é originado da decomposição da matéria orgânica que compõe os resíduos sólidos urbanos. O chorume também é uma das fontes de impacto ambiental negativo, que tem, como assim como o metano, a matéria orgânica como origem, ele pode ser mais agressivo ao meio ambiente que o esgoto (Serafim et. al, 2003). Isso porque sua composição pode ser muito variada, resultado do descarte inadequado de materiais que contêm metal pesado em sua composição, ou outras substâncias tóxicas.

Economicamente, só o Estado de São Paulo perde devido à ineficiência e baixa abrangência da coleta seletiva em sua capital um valor estimado de R\$749 milhões anuais (Jacobi e Bessen, 2011). Outro aspecto econômico é que comumente aspectos técnicos e econômicos têm mais importância no processo de escolha da área de aterro do que aspectos ambientais e sociais (Montaño et. al, 2012), ou seja, terrenos cuja aquisição não seja tão custosa, onde a construção e operação não demandem muito têm preferência àqueles que sejam ambientalmente mais adequados e que considerem a qualidade de vida da sociedade.

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos pode resultar em riscos indesejáveis às comunidades, constituindo-se ao mesmo tempo em problema de saúde pública e fator de degradação ambiental, além dos aspectos sociais, estéticos, econômicos e administrativos (SMA, 1998). Em relação ao meio ambiente, a destinação inadequada implica na sua degradação com a contaminação dos recursos naturais, na necessidade de se buscar outras áreas mais afastadas dos centros urbanos para a instalação dos aterros (Brollos e Silva, 2001).

A nível mundial tem-se que maior parte dos resíduos sólidos urbanos produzidos, cerca de 800 milhões de toneladas/ano, é descartada em aterros. O Waste-to-Energy Research and Technology Council – WTERT, estima que um metro quadrado é desperdiçado permanentemente a cada 10 toneladas de resíduos aterrados. Ou seja, 80 km² ou aproximadamente 11 campos de futebol, se tornam inutilizáveis.

A necessidade de exploração dos recursos naturais para sustentar a forma de vida que se desenvolveu ao longo dos anos é uma realidade. Entretanto, é possível a maior conscientização e melhoria na exploração dos recursos naturais. No caso da produção e descarte final dos resíduos sólidos a exploração dos recursos se dá desde a coleta de matéria prima para se produzir novos produtos, até a utilização do meio para a construção de aterros sanitários.

Através do melhor aproveitamento dos resíduos que são descartados outras atividades ganhariam força como a reciclagem, a compostagem, incineração, o crescimento em pesquisa e desenvolvimento de outras alternativas. Outras possibilidades de gerenciamento de resíduos sólidos existem e podem ser exploradas gerando impactos ambientais e econômicos positivos.

O aproveitamento do biogás como fonte energética pode contribuir de forma positiva tanto econômica como ambientalmente para a sociedade, a coleta do gás evita que ele seja emitido diretamente o meio ambiente sendo fonte considerável de metano, gás do efeito estufa. E pode ser comercializado como fonte alternativa de energia. Mas cabe o questionamento, pois para se obter o biogás é necessário que os resíduos sólidos sejam depositados em aterros sanitários, mas ao serem depositados em aterros sanitários ocorre além da produção do biogás, a produção de chorume que pode ser lixiviado pelo solo causando a contaminação.

O conceito de aterro sanitário como está previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos é benéfico sob os dois aspectos, já que o proposto é descartar somente o que não tem mais a possibilidade de uso. A política dos 5 Rs tem muito a agregar na forma como a sociedade lida com os resíduos sólidos urbanos.

Diante dos trabalhos analisados é possível perceber que aterros sanitários geram um risco à qualidade do meio ambiente e que o descarte de resíduos sólidos poderia ser melhor explorado. Dessa forma a necessidade de grandes espaços para aterros sanitários diminuiria e o volume de poluentes produzidos através desse método consequentemente também seria consideravelmente reduzido. Atrelado a melhoria do meio ambiente estaria a geração de outras oportunidades econômicas, pois para que haja a redução de resíduos destinados a aterros sanitários, aquilo que não for considerado rejeito recebera outro destino e seria introduzido na cadeia produtiva novamente assumindo um novo papel, seja na forma de produto reutilizado ou reciclado. Além da necessidade da sociedade assumir uma nova postura diante do consumo de produtos.

REFERÊNCIAS

- Abrelpe. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016. 64p. Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018
- BORBA, P. F. D. S. et al. Emissão de gases do efeito estufa de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L], v. 23, n. 1, p. 101-111, jan./fev. 2018.
- ARAÚJO, Kássia Karina; PIMENTEL, Angélica Kelly. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. *Revista Gest. Sust. Ambiental*, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 626-668, out./mar. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro. 1992.
- Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BRASIL. Lei nº12.305, 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. DOU 03/08/2010, seção 1, p. 3.
- BRASIL. Projeto de Lei nº 2.289 de 2015. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos que trata o art.54 da Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010.
- BROLLO, M. J.; SILVA, M. M. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. Anais do 21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.
- CAMPOS, Jayme de oliveira; BRAGA, Roberto. Gestão de resíduos, **Valorização e Participação**. Laboratório de Planejamento Municipal, DEPLAN. IGCE, UNESP. Rio Claro, 2005.

CAVALLET, Luiz Ermindo; CARVALHO, Sebastião Garcia De; NETO, Paulo Fortes. Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. **Rev. Ambient. Água**, Tatuapé, v. 8, n. 3, p. 229-238, set./dez. 2013.

CECCHINI JUNIOR, V. Procedimentos mínimos para operação de aterros sanitários de médio porte: estudo de caso do aterro sanitário de Jales. 2011. 103 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/98067>>.

COELHO, Juliana Vogado; COSTA, Tancio Gutier Ailan; IWATA, Bruna De Freitas. Qualidade ambiental do solo sob área do aterro controlado do município de Corrente-PI. *Cadernos Cajuína*, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 63-72, mai. 2016. Disponível em: <<https://cadernoscajuina.pro.br/revistas/index.php/cadcajuina/article/view/14>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

CONAMA. nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986. Seção 1, p. 2548-2549.

CONAMA. nº 404 de 11 de novembro de 2008. Publicada no DOU nº 220, de 12 de novembro de 2008, p. 93.

Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio +20. Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. Maio, 2012. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20/estrategia-de-compensacao/plano-de-gestao-de-residuos-solidos/at_download/plano-de-gestao-de-residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2018

COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013.

COSTA, T. G. A. et al. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão*

Ambiental e Sustentabilidade, [S.L], v. 3, n. 4, p. 79-86, mai./jun. 2016. Disponível em: <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v3n4/v03n04a08.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

EUGENE, Odum. Ecologia, 2ª ed., São Paulo/Brasília, Pioneira/INL, 1975, pg. 24.
FELLCORI, T. D. C. et al. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L], v. 21, n. 3, p. 547-560, set./set. 2016.

FERNANDEZ, F. A. dos S. **O poema imperfeito**: crônicas de Biologia, conservação da natureza, e seus heróis. 2. ed. Curitiba: UFPR, 2004.

FIGUEIREDO, Guilherme José Purvin de. Curso de Direito Ambiental. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2011.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 14 ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 915 p.

FRANCO, Tânia; DRUCK, Graça. Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente. Ciência saúde coletiva, [S.L], v. 3, n. 2, p. 61-72, fev./mar. 1998.

GOMES, L. P. et al. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidade de compostagem. **Engenharia Sanitária Ambiental**, [S.L], v. 20, n. 31, p. 449-462, jul./set. 2015.

GIMENES, Erick; HISING, Ederson. Aterros sanitários, aterros controlados e lixões: entenda o destino do lixo no Paraná. Conforme lei federal, apenas o aterro sanitário é adequado, mas muitas vezes é inviável economicamente. G1 mostra a situação em todos os municípios do estado. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/aterros-sanitarios-aterros-controlados-e-lixoes-entenda-o-destino-do-lixo-no-parana.ghtml>> Acesso em: 12 jun 2018.

IBGE. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

IBGE. Atlas de saneamento 2011. Manejo de resíduos sólidos. Cap. 9. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap9.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, [S.L], v. 25, n. 71, p. 135-158, jan./abr. 2011.

JESUS, W. F. de. Caracterização das formas de destinação final impostas Política Nacional de Resíduos Sólidos e identificação de seus principais aspectos e potenciais impactos. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) – Curso Superior de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica do Paraná, Londrina, 2013.

JUNIOR, J. C. M., TELES, P. V. Os Possíveis Impactos Ambientais Causados Pela Construção do Aterro Sanitário de Samambaia/DF em Área de Preservação Permanente. XXV Encontro Nacional do CONPEDI – Brasília/DF, 2016.

LIMA, E. C. P. S; OLIVEIRA, H. C.; MELLO, A. M. **A Contribuição da Fiscalização de Limpeza Urbana para a Educação Ambiental e a Gestão de Resíduos Sólidos Em Belo Horizonte**. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, 2009.

LIMA, P. G. et al. Avaliação de um aterro sanitário por meio do índice de qualidade de resíduos sólidos. **Brazilian Jpurnal of Biosystems Engineering**, [S.L], v. 11, n. 1, p. 88-106, jun./jul. 2018.

MABOS, F. O. et al. Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de Belém-PA: aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 39, p. 197-305, set. 2011.

MAY, Peter; LUSTOSA, Maria Cecilia; VINHA, Valéria. Economia do meio ambiente: Teoria e Prática. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 400 p.

MENDONÇA, Daiane Dos Santos Mamede; ZANG, Joacjim Werner; FONSECA-ZANG, Warde Antonieta Da. Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos

sólidos na área do lixão e aterro controlado no Município de Inhumas-GO. Caderno de Geografia, [S.L], v. 27, n. 50, p. 486-499, ago. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27n50p486>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A carta da terra**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/carta_terra.pdf>. Acesso em: 02 out. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. A política dos 5 Rs. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/9410-a-pol%C3%ADtica-dos-5-r-s>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agenda 21 Global. Cap. 21. 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 14 jun.2018

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agenda Ambiental na Administração Pública. 5ª ed. Brasília, 2009. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/cartilha_a3p_36.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Manual de Educação para o consumo sustentável, cap. 8. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009031109.pdf>. Acesso em: 08 mai.2018

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos perceptíveis no ecossistema urbano. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20, p. 111-124, jan. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

MUÑOZ, S. I. S, Impacto Ambiental na Área do Aterro Sanitário e Incinerador de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação de Enfermagem em Saúde

Pública, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

O Estado de S. Paulo. Metade do mundo não coleta lixo e universalizar serviço custaria US\$40 bi. Disponível em: <<https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,metade-do-mundo-nao-coleta-lixo-e-universalizar-servico-custaria-us-40-bi,1100766>>. Acesso em: 12 set. 2018.

PIÑAS, A. V. et al. 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 estatística e população**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 175-188, abr. 201

PIRES, A.B. Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema de Compostagem Acelerada para Resíduos Sólidos Urbanos. 2011. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Ambiental. Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS.

PORTELLA, Márcio Oliveira; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, [S.L], v. 4, n. 1, p. 115-134, fev. 2014. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/3687>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

PROJETO DIREITO AMBIENTAL EM QUESTÃO. Sistema nacional do meio ambiente (Sisnama) na lei 6938/81. Disponível em: <<https://www.direitoambientalemquestao.com.br/2017/05/estrutura-do-sistema-nacional-do-meio-ambiente-sisnama-lei-6938-81.html>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

RIBEIRO, L. C. D. S. et al. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191-214, jan./abr. 2014.

RUSSO, M. A. T. Avaliação dos processos de transformação de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário. Doutorado em Engenharia Civil – Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Maio, 2005.

SERRA, V.; GROSSI, M.; PIMENTEL, V. Lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

Departamento de Química e Bioquímica. UNESP. Botucatu. São Paulo, Brasil. Disponível em: <www.laser.com.br/IBB/lixo/aterro/html>. Acesso em: 24 out. 2018.

SILVA, A. D. S. et al. Avaliação do potencial tóxico dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande - PB. **Revista Matéria**, [S.L], v. 20, n. 4, p. 840-851, jul. 2018.

SILVA, L. M. da. Disposição final de resíduos urbanos e a responsabilidade dos geradores e do poder público. 2015. 54f. Monografia (Especialista na pós graduação em Gestão Ambiental em Municípios) – Ensino à Distância. Universidade Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2015.

SILVA, L. M. da. Saúde Ambiental: a importância dos fatores ambientais para a promoção de políticas pública de saúde. 2014. 37f. Monografia (Especialista na pós graduação em Gestão Ambiental em Municípios) – Ensino à Distância. Universidade Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2014.

Silva, S. A. F.; Aragão, M. H. S.; Silva, G. A. B.; Silva, T. S.; Almeida, M. M.; Souza, N. C. Caracterização de impactos ambientais causados por um vazadouro na Cidade de Mogi-Guaçu-PB. Anais do 1º Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia, Campina Grande, 2012. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster_301.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.

SILVA, S. FERREIRA, E., ROESLER, C., BORELLA, D., GELATTI, E., BOELTER, F., MENDES, P. OS 5 Rs DA SUSTENTABILIDADE. V Seminário de Jovens Pesquisadores em Economia e Desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Maria, 09 de novembro de 2017.

SILVA, T. N. et al. Avaliação das emissões superficiais do gás de aterros sanitários de grande porte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L], v. 18, n. 2, p. 95-104, jun. 2011.

SMA, Secretaria do Meio Ambiente, Estado de São Paulo. A cidade e o lixo. São Paulo (SP): Secretaria do Estado de Meio Ambiente – CETESB; 1998.

STEFANI, C. R. Resíduos sólidos na sociedade consumerista pós-moderna e as políticas públicas municipais: os desafios para o desenvolvimento sustentável. 2015. 86f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

VIOLA, E. et al. **Ecologia e Política no Brasil**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo: IUPERJ, 1987.