



Dayana Balestieri Mathias

**Análise dos impactos ao ambiente e à saúde gerados pela disposição final de
resíduos sólidos urbanos em áreas desativadas e/ou remediadas**

Rio de Janeiro

2018

Dayana Balestieri Mathias

**Análise dos impactos ao ambiente e à saúde gerados pela disposição final de
resíduos sólidos urbanos em áreas desativadas e/ou remediada**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Saúde Pública como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

Área de concentração: Saneamento Ambiental

Orientadora: Prof^a Dr^a Simone Cynamon Cohen

Rio de Janeiro

2018

Catálogo na fonte
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
Biblioteca de Saúde Pública

M431a Mathias, Dayana Balestieri.
Análise dos impactos ao ambiente e à saúde gerados pela
disposição final de resíduos sólidos urbanos em áreas
desativadas e/ou remediadas / Dayana Balestieri Mathias. --
2018.
96 f. : il. color. ; graf. ; mapas ; tab.

Orientadora: Simone Cynamon Cohen.
Dissertação (mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola
Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro,
2018.

1. Resíduos Sólidos. 2. Área Urbana. 3. Impacto Ambiental.
4. Saúde. 5. Remediação. 6. Desativação. I. Título.

CDD – 22.ed. – 363.7285

Dayana Balestieri Mathias

**Análise dos impactos ao ambiente e à saúde gerados pela disposição final de
resíduos sólidos urbanos em áreas desativadas e/ou remediadas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Aprovada em: 21 de março de 2018

Banca Examinadora

Dra. Andrezza de Souza Piccoli

Ministério da Saúde

Dr. Raphael Mendonça Guimarães

Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio/Fiocruz

Dra. Simone Cynamon Cohen (Orientadora)

Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz

Rio de Janeiro

2018

DEDICATÓRIA

A Deus, toda honra e glória.

Aos meus pais por sempre terem incentivado meus estudos e terem me dado uma educação maravilhosa.

Ao Programa de Saúde Pública, Área de concentração Saneamento Ambiental e ao Departamento de Saúde Ambiental e seus docentes que muito contribuíram para minha formação.

À minha orientadora Simone Cynamon Cohen pela sua dedicação, encorajamento, determinação, conhecimento e apoio dado ao longo do processo de mestrado.

Aos meus companheiros de mestrado, companheiros nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Simone Cynamon Cohen, por ter aceitado minha orientação em um momento delicado e desafiador. Minha eterna gratidão por sua paciência e aprendizado.

A todos os professores que estiveram presentes nessa jornada, que compartilharam seus conhecimentos.

A Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, por oferecer a estrutura adequada para os alunos.

Ao Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental, pelo acolhimento.

Aos meus amigos de classe: Antônio, Ana Carolina, Graziella e Deborah, por todos os momentos de alegria, diversão e também de tristezas e frustrações. Muito obrigada por fazerem parte dessa caminhada árdua. Sem vocês seria muito mais difícil.

Ao meu companheiro de vida Vinicius, por toda paciência e parceria.

*"Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos."
(Fernando Pessoa)*

RESUMO

O desequilíbrio e degradação ambiental estão diretamente relacionados à combinação do crescimento população juntamente com o intenso processo de urbanização. Dessa forma, consumo demasiado dos recursos naturais também influencia nos impactos ao ambiente. A problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU) se configura como importante desafio em saúde pública, no qual abrange diversas questões de interesse coletivo. A lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos determinou a desativação dos lixões a céu aberto que deveria ser encerrado até o ano de 2014. Porém, a utilização de lixões e aterros controlados ainda é realidade no país. A desativação de áreas ocupadas por lixões é realizada, muitas vezes, sem critérios técnicos, de fato. Com isso, o trabalho dos catadores é cessado. Mas, a geração de gases, lixiviado e odores continuam, enquanto houver atividade biológica no interior do maciço de resíduos, podendo causar poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Dessa forma, o presente estudo analisou os impactos ambientais e na saúde gerados pela disposição final de resíduos sólidos urbanos em áreas desativadas e/ou remediadas. Neste trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica acerca dos conflitos existentes nos locais de disposição final de RSU desativados e/ou remediados e seus impactos no ambiente e na saúde pública. Através da pesquisa documental de planos, leis e normas constatou-se que no Brasil a utilização de lixões se configura como uma realidade. Isso mostrou que a legislação não está sendo executada e que não há fiscalização adequada para o correto cumprimento da mesma. A desativação e remediação dessas áreas ainda é um desafio nos dias atuais. O principal entrave se concentra no fato que o Brasil não possui uma legislação específica no que diz respeito à remediação de lixões e aterros sanitários. Ficou claro que a remediação de tais locais não garantiu a erradicação dos danos no ambiente e na saúde pública. Com isso, corroborou-se a afirmação que não há uma devida fiscalização técnica. O estudo evidenciou a problemática dos RSU no país e como configurou-se em um desafio a ser vencido. A principal chave para a resolução de tal problema encontra-se na gestão integrada e eficiente desses resíduos.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos, impacto ambiental, saúde, remediação, desativação.

ABSTRACT

The population growth and the intense urbanization process, ally to the exaggerating consumption of the natural resources is the ideal combination for the unbalance and environmental degradation, phenomenon that it characterizes the current days. The subject of the urban (RSU) solid residues is considered a problem of public health that involves multiple subjects of collective interest. The law that instituted the National Politics of Solid Residues determined the deactivation of the lixões to open sky that should be contained until the year of 2014. however, the lixões use and embankments controlled is still reality in the country. The deactivation of busy areas for lixões is accomplished, a lot of times, without technical criteria, in fact. With that, the work of the catadores is ceased. But, the generation of gasses, leached and odors continue, while there is biological activity inside the solid of residues, could cause pollution of the air, of the soil and of the superficial and underground waters. In that way, the present study analyzed the environmental impacts and in the health generated by the final disposition of urban solid residues in disabled areas and/or remedied. In this work a bibliographical revision was accomplished concerning the existent conflicts in the places of final disposition of disabled RSU and/or remedied and their impacts in the atmosphere and in the public health. Through the documental research of plans, laws and norms it was verified that in Brazil the lixões use is configured as a reality. That showed that the legislation is not being executed and that there is no appropriate fiscalization for the correct execution of the same. The deactivation and remediação of those areas is still a challenge in the current days. The main impediment if it concentrates in the fact that Brazil doesn't possess a specific legislation in what says respect to the lixões remediação and sanitary embankments. Of course the remediação of such places didn't guarantee the eradication of the damages in the atmosphere and in the public health. With that, the statement was corroborated that no there is a due technical fiscalization. The study evidenced the problem of RSU in the country and as it was configured in a challenge to be won. The main key for the resolution of such problem is in the integrated administration and efficient of those residues.

Keywords: urban solid waste, environmental impact, health, remediation, deactivation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1. Esquema das etapas do Processo de seleção do material encontrado.....	50
Ilustração 2. Mapa Destinação final de RSU, segundo município.....	55
Ilustração 3. Mapa Tipo de disposição final de RSU por município no Estado da Bahia.....	59
Ilustração 4. Mapa dos lixões a encerrar no Estado do Rio de Janeiro.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição em solo, considerando somente lixão, aterro controlado e aterro sanitário.....	53
Tabela 2- Número de unidades de destino de resíduos e rejeitos urbanos considerando somente disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário.....	54
Tabela 3- Evolução da quantidade de resíduos destinados a lixões, aterros controlados, aterros sanitários, unidades de triagem, unidades de compostagem e sem informação entre 2011 e 2014.....	56
Tabela 4- Número de municípios que tem lixões e quantidade total de lixões existentes, no Brasil e nas macrorregiões.....	58
Tabela 5- Metas para a Gestão dos Resíduos Sólidos (RJ).....	60
Tabela 6- Frequência e porcentagem do resultado da primeira busca nas respectivas bases de dados, de 2003 a 2017.....	64
Tabela 7- Frequência e porcentagem do resultado da segunda busca nas respectivas bases de dados, de 2003 a 2017.....	65
Tabela 8- Frequência e porcentagem dos estudos, no período de 2003 a 2017, segundo delineamento da pesquisa.....	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (t/dia) nos anos de 2015 e 2016.....	57
Gráfico 2 - Distribuição das publicações por ano, de 2003 a 2017.....	66
Gráfico 3- Número de publicações por regiões, de 2003 a 2017.....	67
Gráfico 4- Publicações por Instituições de Estudo.....	68
Gráfico 5- Porcentagem dos tipos de metodologias empregadas nos estudos selecionados para amostra, no período de 2003 a 2017.....	69
Gráfico 6- Porcentagem de estudos, do ano de 2003 a 2017, que apresentaram recomendações.....	71
Gráfico 7- Artigos encontrados por matriz de análise.....	72
Gráfico 8- Artigos encontrados por estratégias de intervenção.....	73
Gráfico 9- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “água”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.....	74
Gráfico 10- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “solo”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.....	76
Gráfico 11- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “solo e água”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.....	78
Gráfico 12- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “gerenciamento”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.....	79
Gráfico 13- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “lixiviado”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.....	82
Gráfico 14- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “saúde”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Linha do tempo das leis e resoluções precedentes à PNRS.....	23
Quadro 2 – Classificação dos resíduos quanto a sua periculosidade.....	28
Quadro 3 - Variação da composição do lixiviado para diferentes idades de aterros norte americanos.....	33
Quadro 4-Variação da composição do lixiviado gerado em aterros brasileiros.....	34
Quadro 5- Tempo de sobrevivência (em dias) de alguns microorganismos e as doenças relacionadas aos mesmos.....	40
Quadro 6- Enfermidades relacionadas com os resíduos sólidos, transmitidas por macro vetores e reservatórios.....	41
Quadro 7- Lixões remediados no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2013.....	62
Quadro 8- Resultados das buscas.....	65
Quadro 9- Situação dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos nos Estados da Federação.....	80

LISTA DE SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

CEP- Comitê de Ética em Pesquisa

CSMA- Conselho Superior do Meio Ambiente

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CTR- Central de Tratamento de Resíduos

DBO- Demanda bioquímica de oxigênio

DQO- Demanda química de oxigênio

Fiocruz- Fundação Oswaldo Cruz

Funasa- Fundação Nacional de Saúde

FVMP: frequência de ocorrência dos valores mais prováveis.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS -Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

ISWA- International Solid Waste Association

NBR- Norma Brasileira

NTK- Nitrogênio total Kjeldahl

PERS- Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU- Resíduos sólidos urbanos

SDT- Sólidos dissolvidos totais

SEA- Secretaria Estadual do Ambiente

SISNAMA- Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNVS- Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina

USP- Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

Ca^{2+} - Cálcio

Cd- Cádmio

Mg^{2+} - Magnésio

Na^{+} - Sódio

K^{+} - Potássio

NH_4^{+} - Amônia

Fe^{2+} - Ferro

Mn^{2+} - Manganês

Cl^{-} - Cloro

SO_4^{2-} - Sulfato

HCO_3^{-} - Bicarbonato

Cr^{3+} - Cromo

Cu^{2+} - Cobre

Pb^{2+} - Chumbo

Ni^{2+} - Níquel

Zn^{2+} - Zinco

N- NH_3 - Nitrogênio amoniacal

pH- Potencial hidrogeniônico

mg/L- miligrama por litro

$\mu\text{S}/\text{cm}$ - Condutividade

CaCO_3 - Carbonato de Cálcio

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ - Fenol

CH_4 - Metano

CO_2 - Dióxido de carbono

H_2S - Sulfeto de hidrogênio

Al- Alumínio

As- Arsênio

Sb- Antimônio

Se- Selênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 Marcos Legais.....	23
2.1.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	24
2.2 Resíduos Sólidos Urbanos.....	26
2.3 Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos.....	29
2.4 Impactos Ambientais.....	32
2.4.1 Lixiviado.....	32
2.4.2 Poluição do ar.....	35
2.4.3 Poluição do solo.....	37
2.4.4 Poluição das águas.....	37
2.5 Impactos na Saúde.....	39
2.6 Desativação de Locais de Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos.....	42
2.7 Remediação.....	44
2.8 Abordagem Ecológica em saúde.....	45
3. OBJETIVOS.....	47
4. METODOLOGIA.....	48
4.1 Caracterização do Objeto de Estudo.....	48
4.2 Tipo de Estudo.....	48
4.3 Coleta de Dados.....	47
4.4 Análise dos Dados.....	50
4.4.1 Análise quantitativa.....	51
4.4.2 Análise qualitativa.....	51
5. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	52
5.1 Panorama da Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil.....	52

5.2 Panorama Da Desativação E Remediação De Locais De Disposição Final	
de Resíduos Sólidos	57
5.3 Busca nas Bases de Dados.....	64
5.4 Matrizes de Análises.....	72
6. CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS.....	90

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o intenso processo de urbanização, aliado ao consumo exagerado dos recursos naturais são a combinação ideal para o desequilíbrio e degradação ambiental, fenômeno que caracteriza os dias atuais. (BARBOSA, 2012)

A questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é considerada um problema de saúde pública que envolve múltiplas questões de interesse coletivo. Portanto, é fundamental adotar políticas públicas que subsidiam as decisões dos gestores e a atuação da sociedade civil no que diz respeito à gestão desses resíduos, de modo a evitar danos ao ambiente e à saúde humana. (MELO *et al*, 2016)

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2016 diminuiu quando comparada a geração obtida em 2015. Segundo a pesquisa supracitada, houve uma queda de 2% no montante gerado em relação à 2015. A porcentagem apresentada pode ser significativa pelo fato que a população entre 2015 e 2016 aumentou 0,8%, o que fomentaria o aumento na geração de RSU (ABRELPE, 2016)

Ainda em consonância com o estudo, a quantidade de RSU coletados no país apresentou índices negativos condizentes com a queda na geração de RSU, tanto no total quanto no *per capita* e na comparação com o ano anterior. Porém, a cobertura de coleta nas regiões e no Brasil apresentou ligeiro avanço e a região Sudeste continua respondendo por cerca de 52,7% do total e apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta do país.

O ano de 2016 registrou uma cobertura de coleta de 91% para o país, pequeno avanço comparado ao ano anterior, e que evidenciou que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio (ABRELPE, 2016)

Os resíduos sólidos urbanos que não receberam o tratamento adequado tornam-se um problema sanitário de grande importância para a saúde pública. Dessa forma, medidas devem ser tomadas para que haja uma gestão ambiental adequada visando prevenir e controlar doenças (JACOBI; BESEN, 2011)

Para que os impactos sejam minimizados, os RSU devem ser destinados e dispostos de maneira adequada. Com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi decretado como destino final de RSU os aterros sanitários (BRASIL, 2012)

A lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos determinou a desativação dos lixões a céu aberto que deveria ser encerrado até o ano de 2014. Porém, a utilização de lixões e aterros controlados ainda é realidade no país. (ABRELPE, 2016)

A desativação de áreas utilizadas como disposição de resíduos sólidos urbanos ocorre quando suas atividades operacionais são encerradas, juntamente, com o cancelamento da disposição de resíduos (LIMA, 2015)

Um aterro sanitário pode ser considerado finalizado apenas quando estiver estabilizado, tanto na questão geotécnica como bioquímica, com a área devidamente recuperada e pronta para nova ocupação e aproveitamento. Mesmo com o encerramento das atividades de disposição dos resíduos, as interações bioquímicas ainda continuam gerando gases e percolados. (MONDELLI et al, 2016)

A desativação de áreas ocupadas por lixões é realizada, muitas vezes, sem critérios técnicos, de fato. Apenas com o encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. Com isso, o trabalho dos catadores é cessado. Mas, a geração de gases, lixiviado e odores continuam, enquanto houver atividade biológica no interior do maciço de resíduos, podendo causar poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas (LANZA, 2010)

Portanto, o presente trabalho teve como situação problema os locais de destinação final de resíduos sólidos urbanos já desativados e/ou remediados e seus impactos ambientais e na saúde. A questão norteadora do presente estudo foi: “Quais seriam os impactos causados, tanto no ambiente quanto na saúde, por locais de destinação final de resíduos sólidos urbanos desativados e/ou remediados?”

Dessa forma a hipótese apresentada foi, mesmo que as áreas de disposição final estejam desativadas ou em processo de desativação, ainda sim causam impactos tanto no ambiente quanto na saúde pública.

A relevância desse estudo para o campo do saneamento ambiental está relacionada com a questão do RSU. Também com o fato do não cumprimento da determinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde ficou estabelecido que todos os lixões do Brasil deveriam ser desativados até o ano de 2014. Contudo, o prazo encerrou-se e uma subcomissão temporária do Senado propôs a extensão dessa exigência até o dia 3 de agosto de 2016.

O Senado, porém, por meio de uma comissão especial que discute o pacto federativo, apresentou uma nova proposta de transição. a prorrogação do prazo por um ano seria insuficiente para a o encerramento dos lixões.

Segundo a emenda apresentada ao Senado, as capitais e municípios de região metropolitana terão até 31 de julho de 2018 para acabar com os lixões. Os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, terão um ano a mais para implementar os aterros sanitários. As cidades que têm entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021.

Ao contrário do que foi designado pela Política, o uso de locais impróprios para a disposição final de RSU ainda ocorre em todas as regiões e estados brasileiros.

A partir de tal pressuposto, foi identificado que ainda há 2.906 lixões no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios, que devem ser erradicados. Em números absolutos o estado da Bahia é o que apresenta mais municípios com presença de lixões (360), seguido pelo Piauí (218), Minas Gerais (217) e Maranhão (207) (ABRELPE, 2016)

Outra informação relevante é que 98% dos lixões existentes concentram-se nos municípios de pequeno porte e, 57% destes, estão concentrados no Nordeste do país (IBGE, 2010).

Apesar da PNRS ser um marco na área de RSU, o Brasil ainda não possui uma legislação específica no que diz respeito a remediação de áreas utilizadas como disposição final de resíduos sólidos. Sem a devida fiscalização e monitoramento, essas áreas, mesmo depois de desativadas e/ou remediadas, continuam a apresentar riscos e impactos tanto no ambiente quanto à saúde pública.

Os estudos experimentais não satisfazem no que tange a temática resíduos sólidos, pois os resultados estão muito mais ligados para a parte técnica e de controle. Logo, a escassez de estudos teóricos na área de resíduos sólidos é um fator negativo de extrema relevância, visto que sem eles torna-se difícil o embasamento para as pesquisas.

Nesse campo, essa temática está inter-relacionada com: a poluição dos corpos hídricos; contaminação do solo e ar; presença de metais pesados e outros componentes nocivos à saúde ambiental; saúde ocupacional dos indivíduos envolvidos no processo e a propagação de doenças por meio de vetores presentes nos locais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Marcos legais

A temática dos resíduos sólidos foi contemplada com uma legislação específica apenas no ano de 2010. Porém, anos antes tal questão foi abordada em outras leis e resoluções. O quadro a seguir mostrou uma linha do tempo de tais leis e resoluções precedentes.

Quadro 1- Leis e Resoluções anteriores a Lei nº 12.305/2010

Portaria Minter nº 53 (01 de março de 1979)	Estabeleceu normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos e tinha com o objetivo de direcionar o controle de resíduos sólidos no Brasil.
Lei nº 6.938 (31 de agosto de 1981)	Instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, que teve por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Estabeleceu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).
Constituição Federal Brasileira (1988)	Levou-se em conta o meio ambiente como patrimônio nacional e das futuras gerações. Assim, o saneamento básico ganhou relevância e os resíduos sólidos ganharam maior destaque
Lei nº 8.080/90	Estabeleceu a Lei Orgânica da Saúde
Lei nº 9.433 (8 de janeiro de 1997)	Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos
Lei nº 10.257 (10 de julho de 2001)	Instituiu o Estatuto das Cidades
Resolução CONAMA nº 396 (3 de abril de 2008)	Dispôs sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dessas águas e estabeleceu outras providências

Resolução nº 420/2009	Dispôs sobre os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabeleceu diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas.
Resolução nº 430 (13 de maio de 2011)	Dispôs sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes

Fonte: BRASIL (1979; 1981;1988;1990; 1997;2001; 2008)

CONAMA (2009)

O quadro acima expôs a evolução das legislações, normativas e resoluções no que diz respeito à área de resíduos sólidos. Notou-se que somente a partir dos anos 80 que tanto o saneamento quanto especificamente o campo dos resíduos sólidos, ganharam importância.

Apesar de tal reconhecimento, ainda sim foi um período muito longo de tramitação e elaboração de uma lei específica que contemplasse os RSU. Essa demora contribui direta e indiretamente para atrasos na gestão e na tomada de decisões de líderes, tanto a nível nacional quanto municipal.

2.1.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Embora existissem normas que abordassem a temática dos resíduos sólidos, especialmente Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, ainda não havia no País, um instrumento legal que estabelecesse diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos para orientar os Estados e os Municípios em uma gestão adequada.

Os aspectos relacionados à limpeza urbana, em especial da gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil foram definidos na Política Nacional de Saneamento Básico (Lei n. 11.445 de 2007). Essa política estabeleceu um plano de resíduos sólidos integrados aos planos municipais de saneamento.

Após vinte anos de tramitação no Congresso Nacional estabeleceu-se um novo marco regulatório para o País, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305, de 2010, regulamentada por meio do Decreto nº 7.404 de 2010 (JACOBI; BENSON, 2011).

Tal Lei; determinou instrumentos importantes para o fomento do avanço necessário ao País no processo de enfrentamento dos principais problemas ambientais,

sociais e econômicos oriundos do manejo incorreto dos resíduos sólidos. Os Planos de Resíduos Sólidos se configuraram como um dos instrumentos mais importantes, visto que apresenta o diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos, na esfera Nacional (competência do Poder Público), na esfera estadual (abrangeu todo o território da respectiva unidade federativa) e nas esferas regionais (microrregionais, regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas) (BRASIL, 2010)

Já os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos serão atualizados ou revistos concomitantemente com a elaboração dos planos plurianuais municipais e deverão identificar e indicar medidas saneadoras para passivos ambientais de áreas contaminadas e empreendimentos sujeitos à elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Os instrumentos criados e citados acima foram de suma importância, pois contribuíram para a eliminação dos lixões e instituíram instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal, além de impor a criação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

No que tangeu à logística reversa, a Lei da PNRS determinou, em seu Artigo 33, que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletroeletrônicos e seus componentes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Também instituiu a prevenção e a redução na geração de resíduos. Orientou: a prática de hábitos de consumo sustentável; um conjunto de instrumentos para fornecer o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010)

Um dos pontos importantes designados pela lei foi à instituição da responsabilidade compartilhada. Foram envolvidos: os geradores de resíduos (fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos) na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo.

De acordo com esta lei, no Artigo 54º “A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até quatro anos após a data de publicação desta Lei”. (BRASIL, 2010)

Um dos principais pontos da lei referiu-se ao encerramento da utilização de aterros a céu aberto (lixão), cujo o encerramento dever-se-ia acontecer até o ano de 2014. Porém, o prazo foi estendido até agosto de 2016, o qual também não cumprido. Assim, o Senado aprovou novos prazos. As capitais e municípios de região metropolitana terão até 31 de julho de 2018 para acabar com os lixões. Os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, terão um ano a mais para implementar os aterros sanitários. As cidades que têm entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021 (BRASIL, 2016)

Em relação aos objetivos, apontou-se a proteção à saúde pública e a qualidade ambiental, juntamente com a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento de resíduos sólidos, bem como a disposição final adequada.

As iniciativas estratégicas, advindas da implementação da PNRS, foram formuladas visando à recuperação da qualidade das águas, o acesso à água potável, às condições sanitárias adequadas e à proteção dos biomas. Os esforços orientados para: a otimização e a redução do uso de matéria-prima; o uso de materiais renováveis, recicláveis, reciclados e energeticamente eficientes; melhoria das técnicas de produção e dos sistemas de distribuição e para redução do descarte de resíduos, são maneiras eficientes de reinseri-los, sempre que possível, na cadeia produtiva como insumos. E serão a lógica fundamental de uma nova sociedade (GOUVEIA, 2012)

2.2 Resíduos Sólidos Urbanos

O crescimento populacional juntamente com o desenvolvimento tecnológico, aliado ao aumento do consumo fomentou cada vez mais o crescimento da produção de resíduos. (FRANÇA; RAURO, 2009)

Segundo o artigo 3º da Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos foram definidos como: “material, substância, objeto ou bem descartado produto de atividades humanas, cuja destinação final se procede, nos estados sólido ou semissólido, como também os gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos hídricos”.

Quanto às características físicas, químicas e biológicas, tais estão relacionadas com sua fonte ou atividade geradora que dizem respeito aos fatores econômicos, sociais, culturais, educacionais, geográficos, tecnológicos e legais. Esses fatores afetam o processo de geração tanto em relação à quantidade quanto à qualidade. (ZANTA *et al*, 2006).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 10004/2004, definiu os resíduos sólidos como: “resíduos nos estados sólido e semissólido, que foram obtidos por meio de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Também incluiu-se nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010 art. 13), os resíduos sólidos foram classificados de acordo com sua origem, que são: 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, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”; e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”; f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais; g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS); h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades; j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira e k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 10.004/2004, classificou os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade em: classe I – perigosos; classe II - resíduos não perigosos, subdivididos em classe II A – não inertes e classe II B – inertes, representado no Quadro 2.

Quadro 2 – Classificação dos resíduos quanto a sua periculosidade.

Classe I	Classe II	
Resíduos perigosos	Resíduos não perigosos	
	Classe IIA	Classe IIB
São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.	Resíduos sólidos que não se enquadram na classe I (perigosos) ou na classe III (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.	Resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo destes materiais podemos citar, rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente

Fonte: ABNT, 2004.

Os resíduos considerados perigosos são aqueles que apresentam características que podem colocar em risco as pessoas que os manipulam ou que com eles tenham contato. Esse tipo de resíduo pode ser prejudicial à flora e fauna do lugar, quando não descartado da maneira correta.

A NBR 10.004/04 apontou os critérios específicos para que o profissional capacitado classifique e avalie cada propriedade acima dos resíduos, de maneira que, se enquadrados como perigosos, sejam tomados os procedimentos mais cuidadosos para o traslado adequado e a correta destinação desses materiais.

A identificação dos resíduos e de suas características, assim como o preenchimento do laudo de classificação, precisam ser elaborados por profissionais especializados, que poderão incluir análises realizadas em laboratório, quando

necessário. Neste relatório, é importante que estejam destacados a origem dos resíduos e qual o processo de separação dos materiais que foi utilizado.

Através do laudo de classificação, será possível verificar a potencialidade de perigo dos resíduos e recomendar as melhores formas de destinação.

2.3 Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos

Com o crescimento das cidades o desafio da limpeza urbana não consistiu apenas em remover os resíduos de logradouros e edificações, mas, principalmente, em dar um destino final adequado.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos determinou que disposição ambientalmente adequada era é aquela que executava a distribuição ordenada dos rejeitos nos aterros, seguindo corretamente normas operacionais específicas. Dessa forma, evitava-se danos ou riscos à saúde pública e minimizava-se os impactos ambientais (BRASIL, 2010)

De acordo com a legislação brasileira a disposição final ambientalmente adequada de Rejeitos deve ser realizada somente para os resíduos que comprovadamente não são mais passíveis de alguma forma de tratamento, somente para os rejeitos.

No Brasil, de um modo geral, utiliza-se três métodos de disposição final: os lixões, os aterros controlados e os aterros sanitários. Os dois primeiros não recomendados no ponto de vista sanitário e ambiental.

O lixão é a forma inadequada de disposição final, pois não há planejamento, controle de acesso ou especificação do tipo de resíduos dispostos, onde podem estar inseridos resíduos de serviços de saúde e industriais. As descargas destes resíduos são realizadas de forma simples sobre o solo, sem que haja medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública e sem compactação ou cobertura. (RAMOS, 2016)

Como resultado da disposição inadequada, destaca-se a poluição do solo, ar e águas superficiais e subterrâneas em decorrência da percolação de lixiviado, geração de maus odores e proliferação de vetores, tais como moscas, mosquitos, baratas e ratos. (VILHENA, 2010)

A escolha de um local para a implantação de um aterro sanitário não é tarefa simples. O processo acelerado de urbanização das cidades, associado a uma ocupação intensiva do solo, diminui a disponibilidade de áreas próximas aos locais de geração de lixo e com as dimensões exigidas para se implantar um aterro sanitário que atenda às necessidades dos municípios (ZANTA, 2010)

Conforme a NBR 8849, um aterro controlado caracteriza-se pela disposição dos resíduos em local onde recebam uma cobertura de solos ao final de cada jornada. Porém, nos aterros controlados não se realizam a impermeabilização dos solos, tampouco sistema de drenagem de chorume e captação do biogás. Dessa forma pode-se acarretar a contaminação do solo, do ar e das águas subterrâneas.

De modo geral, um aterro controlado é utilizado para cidades que colem até 50t/dia de resíduos urbanos, sendo desaconselhável para cidades maiores (MONTEIRO, 2001)

Embora tal forma de disposição final possa contribuir na redução e na atenuação de impactos ambientais e na saúde pública, não substitui os aterros sanitários pela falta de tecnologias de adequadas (BIDONE; POVINELLI, 1999)

O aterro sanitário é um método utilizado para a disposição de resíduos no solo que estão baseados em critérios de engenharia e normas específicas, permite a confinamento segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública realizando a impermeabilização de base da área de disposição e os sistemas de tratamento dos percolados líquidos e gasosos. Dessa maneira, atende-se às demais diretrizes técnicas dos órgãos de controle ambiental (NETO, 2006)

Ainda existem outros tipos de destinação final que são utilizadas, mesmo que de forma reduzida no Brasil.

A compostagem é o processo biológico de decomposição e de reciclagem da matéria orgânica presentes em restos de origem animal ou vegetal formando um composto. Esse processo tem como resultado um produto - o composto orgânico - que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente (BRASIL, 2010).

Além disso, é um dos métodos de tratamento biológico mais promissores, já que pode tratar diversos tipos de resíduo com um baixo custo e torná-los estáveis. Porém, o método apresenta desvantagens como a atração de insetos e pragas caso o procedimento não seja executado na maneira correta, e a regulação e manutenção adequada da temperatura, umidade e arejamento da compostagem (COSTA *et al.*, 2016).

Em alguns casos também é utilizado o método de incineração, que consiste em um processo de queima, na presença de excesso de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos, desprendendo calor e gerando um resíduo de cinzas (MONTEIRO, 2001)

A aplicação da incineração no Brasil é amplamente difundida no tratamento de resíduos industriais e de saúde, uma vez que 37,4% dos resíduos sólidos do serviço de saúde no país tem como destino final a incineração. Dentre os benefícios da incineração de resíduos, destacam-se: a redução do volume requerido para disposição em aterros; a recuperação de energia durante a combustão podendo ser utilizada para a produção de eletricidade ou combinado calor e energia (DE MORAES, 2015)

Em contraponto, Gutberlet (2011) apontou diversos impactos negativos da incineração como: a liberação de gases tóxicos da combustão de resíduos e produção de elevado volume de cinzas tóxicas resultante da incineração; a reiteração da exploração de matérias virgens para a geração de novos produtos de consumo, continuando assim a extração de recursos naturais e a geração dos impactos ambientais destes processos; a perda da oportunidade de se criar uma sociedade mais consciente, na qual prevaleça o consumo responsável e a diminuição do desperdício.

Ainda de acordo com o autor as populações próximas a incineradores estão potencialmente expostas a determinados compostos através da inalação do ar ou consumo de produtos agrícolas contaminados (como legumes, ovos e leite), podendo essa contaminação ocorrer também através do contato da pele com o solo contaminado.

2.4 Impactos ambientais

A Resolução CONAMA no 01/86; definiu impacto ambiental como qualquer alteração significativa nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente. Características estas decorrentes de qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem: a saúde; a segurança; o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

2.4.1 Lixiviado

Ao analisar os impactos provocados pela disposição de resíduos, um dos principais fatores que pode-se citar como potencialmente poluidores é a produção de lixiviados (chorume) e gases, provenientes do processo anaeróbio. O lixiviado é decorrente da percolação da água na massa dos resíduos sólidos urbanos, dissolvendo seus componentes orgânicos e inorgânicos e produtos em decomposição, formando um líquido altamente poluente e de complexa composição (Tchobanoglous, 1993).

A NBR 8419, define percolado como o “líquido que passou através de um meio poroso”, e sumeiro ou chorume como “líquido, produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada DBO (demanda bioquímica de oxigênio)”.

O lixiviado é um efluente variável entre áreas de despejo e ao longo do tempo e espaço em uma mesma área. Vários fatores influenciam sua geração, destacando-se: a composição; quantidade e tipos de resíduos; as operações de trituração e compactação sobre os resíduos; o clima local e a estação do ano e o estágio de decomposição dos resíduos (SISSINO, 2002)

Os aterros sanitários mais comuns recebem uma mistura de resíduos domésticos, comerciais e resíduos industriais mistos, mas excluem quantidades significativas de resíduos químicos específicos.

Dessa maneira, os lixiviados podem ser caracterizados como uma solução aquosa com quatro grupos de poluentes: material orgânico dissolvido (ácidos graxos voláteis e compostos orgânicos mais refratários como ácidos húmicos e fúlvicos); macro componentes inorgânicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-); metais pesados (Cd^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+}) e compostos orgânicos xenobióticos originários de resíduos domésticos e químicos presentes em baixas concentrações (hidrocarbonetos aromáticos, fenóis, pesticidas, entre outros) (CHRISTENSEN *et al.*, 1994 ;KJELDSEN *et al.*, 2002).

A percolação do lixiviado é considerado um dos impactos mais perigosos para as águas subterrâneas, pois podem alcançar as camadas mais profundas dos aterros (MARQUES, 2011)

A composição do lixiviado é importante na determinação dos efeitos provocados na qualidade das águas superficiais e subterrâneas adjacente. Os contaminantes encontrados no lixiviado dependem da composição do resíduo sólido e das atividades físicas, químicas e biológicas (LIMA, 2003).

No Quadro 3 são apresentados intervalos de variação da composição do lixiviado com a idade do aterro. Observa-se que as faixas de concentração dos parâmetros relativas aos aterros novos são mais elevadas do que nos aterros antigos.

Quadro 3- Variação da composição do lixiviado para diferentes idades de aterros norte americanos

Parâmetros	Idade do aterro (anos)			
	0 a 5	5 a 10	10 a 15	>20
DBO (mg/L)	10.000- 25.000	1.000- 4.000	50- 1.000	<50
DQO (mg/L)	15.000- 40.000	10.000- 20.000	1.000- 5.000	<1.000
NTK (mg/L)	1.000- 3.000	400- 600	75-300	<50
N- NH ₃ (mg/L)	500- 1.500	300- 500	50- 200	<30
SDT (mg/L)	10.000- 25.000	5.000- 10.000	2.000- 5.000	<1.000
pH	3-6	6-7	7- 7,5	7,5
Cálcio (mg/L)	2.000- 4.000	500- 1.500	2.000- 5.000	<300
Sódio e potássio (mg/L)	2.000- 4.000	500- 1.500	100- 500	<100
Ferro e magnésio (mg/L)	500- 1.500	500- 1.000	100- 500	<100
Zinco (mg/L)	100-200	50- 100	10- 50	<10
Cloreto (mg/L)	1.000- 3.000	500- 2.000	100- 500	<100
Sulfato (mg/L)	500- 2.000	200- 1.000	50- 200	<50
Fósforo (mg/L)	100- 300	10-100	-	<10

Fonte: El-Fadel *et al.* (2002)

É importante salientar que os dados apresentados no Quadro 3 são provenientes de aterros sanitários norte americanos e de outros países, cujas condições climáticas, socioeconômicas, dentre outras, que diferem das brasileiras. Logo, os lixiviados tendem a apresentar diferentes concentrações dos diversos constituintes presentes na sua composição.

No Quadro 4 é apresentada a composição do lixiviado para os principais aterros brasileiros. Esses valores são um indicativo das possíveis variações encontradas nesse efluente para diferentes aterros no Brasil.

Quadro 4 -Variação da composição do lixiviado gerado em aterros brasileiros

Variável	Faixa máxima	Faixa mais provável	FVMP (%)
pH	5,7- 8,6	7,2- 8,6	78
Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	750- 11.400	750- 7.100	69
Dureza (mg/L de CaCO ₃)	95 - 3.100	95 - 2.100	81
Condutividade (µS/cm)	2950 - 2.500	2950 - 17 660	77
DBO (mg/L de O ₂)	< 20 - 30.000	< 20 - 8.600	75
DQO (mg/L de O ₂)	190 - 80.000	190 - 22.300	83
Óleos e graxas (mg/L)	10 - 480	10 - 170	63
Fenóis (mg/L de C ₆ H ₅ OH)	0,9 - 9,9	0,9 - 4,0	58
NTK (mg/L de N)	80 - 3.100	Não há	-
N-amoniacal (mg/L de N)	0,4 - 3.000	0,4 - 1.800	72
N-orgânico (mg/L de N)	5 - 1.200	400 - 1.200	80
N-nitrito (mg/L de N)	0 - 50	0 - 15	69
N-nitrato (mg/L de N)	0 - 11	0 - 3,5	69
P-total (mg/L)	0,1 - 40	0,1 -15	63
Sulfeto (mg/L)	0 - 35	0 - 10	78
Sulfato (mg/L)	0 -5.400	0 - 1.800	77
Cloreto (mg/L)	500 - 5.200	500 - 3.000	72
Sólidos totais (mg/L)	3 200 - 21.900	3 200 - 14.400	79
Sólidos totais fixos (mg/L)	630 - 20.000	630 - 5.000	60

Sólidos totais voláteis (mg/L)	2 100 - 14 500	2 100 - 8.300	74
Sólidos suspensos totais (mg/L)	5 - 2.800	5 - 700	68
Sólidos suspensos voláteis (mg/L)	5 - 530	5 - 200	62
Ferro (mg/L)	0,01 - 260	0,01 - 65	67
Manganês (mg/L)	0,04 - 2,6	0,04 - 2,0	79
Cobre (mg/L)	0,005 - 0,6	0,05 - 0,15	61
Níquel (mg/L)	0,03 - 1,1	0,03 - 0,5	71
Cromo (mg/L)	0,003 - 0,8	0,003 - 0,5	89
Cádmio (mg/L)	0 - 0,26	0 - 0,065	67
Chumbo (mg/L)	0,01 - 2,8	0,01 - 0,5	64
Zinco (mg/L)	0,01 - 8,0	0,01 - 1,5	70

FVMP: frequência de ocorrência dos valores mais prováveis.

Fonte: Souto e Povinelli (2007).

Por possuir uma elevada carga poluente, é exigido que o lixiviado receba um tratamento adequado antes de ser disposto num corpo receptor ou no solo. Esse tratamento ainda representa um desafio aos profissionais da área, não tendo sido encontrada uma solução técnica e economicamente eficaz, tanto pela complexidade dos componentes do lixiviado quanto o aumento dos custos para os operadores do aterro em implementar novas técnicas (SOUTO; POVINELLI, 2007)

2.4.2 Poluição do ar

A decomposição anaeróbia decorrente da massa de RSU provoca a produção de gases como metano, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre e dióxido de carbono, que contribuem para a queima, muitas vezes espontânea, que ocorre nas áreas dos vazadouros de resíduos. (NETTO, 2006)

O gás de aterro é composto de diversos gases que estão presentes em grandes quantidades (gases principais) e de vários gases que estão presentes em pequenas quantidades (oligogases). Os gases principais são oriundos da decomposição da fração orgânica dos RSU. Alguns dos oligogases são encontrados em pequenas quantidades,

podendo ser tóxicos e por apresentarem riscos à saúde pública. (DE BRITO FILHO, 2005)

Ainda de acordo com o autor, o metano e o dióxido de carbono são os principais gases procedentes da decomposição anaeróbia dos componentes biodegradáveis dos resíduos orgânicos nos RSU.

Esses gases quando presentes na atmosfera, contribuem para a ocorrência de fenômenos como chuva ácida e efeito estufa, além de serem tóxicos para diversos organismos. Tais gases são liberados diretamente na atmosfera quando não há uma adequada disposição final ou tratamento dos resíduos sólidos. Mesmo depois de sua desativação, em algumas áreas de despejo o metano continua a ser produzido lentamente durante um longo período de tempo (MARQUES, 2011).

Dependendo de fatores como a intensidade e direção dos ventos, temperatura e volatilidade dos compostos, a poluição do ar oriunda de uma área de despejo poderá ser observada também em áreas vizinhas.

No caso de áreas de despejo onde haja, mesmo que precariamente, algum tipo de espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos, as poeiras suspensas vindas dos próprios resíduos e produzidas durante as etapas de operação também contribuirão para a poluição do ar no local. Caso as vias de acesso dos caminhões que transportam os resíduos não estejam pavimentadas, a circulação contínua destes veículos pesados também contribuirá para a liberação de partículas suspensas (LIMA, 2015)

Os gases gerados nos lixões representam riscos ambientais para cada época. Os gases dos lixões só são produzidos até 15 anos após a desativação da área. Porém, há evidência que lixões com 10 anos de desativação apresentem produção de gases e a emissão para a atmosfera (que contribuem para o efeito estufa e o aquecimento global), constituindo então um alto risco ambiental (SANTOS; RIGOTTO, 2011)

2.4.3 Poluição do solo

Por muito tempo o solo foi considerado uma área segura para a disposição de resíduos sólidos, além de ser um local onde a degradação de contaminantes ocorria naturalmente. Os resíduos sólidos urbanos quando dispostos no solo sem que haja um preparo prévio do mesmo, acarretam alteração físicas, químicas e biológicas. (LIMA, 2015)

A utilização de solos adequados e procedimentos corretos são de extrema importância na qualidade de operação do aterro e seus efeitos ambientais e à possível saúde da população do entorno (DE BRITO FILHO, 2005)

A contaminação do solo configura-se pela adição de compostos químicos que modificam as características naturais do solo, limitando seu uso e degradando a qualidade das águas (subterrâneas e superficiais), e assim constituindo um risco para a saúde pública. A contaminação do solo pode ocorrer por causa de diversos tipos de despejo, com diferentes objetivos, situações e resíduos. (COSTA, 2007)

Os contaminantes provenientes da disposição de resíduos infiltram-se por meio da superfície natural do solo, podendo influenciar as propriedades fundamentais dos solos.

A concentração natural dos elementos tóxicos no solo se modifica com o tempo de intemperismo e a composição química do material de origem. A composição elementar total no solo possui utilidade reduzida, mas é relevante conhecê-la para analisar seu teor no ambiente, tanto em estudos de contaminação e poluição, como para estudos pedológicos. (LIMA, 2015)

A contaminação do solo por metais pesados presentes nos resíduos caracteriza-se como um dos principais impactos investigados pelos estudos. Oliveira & Pasqual (2004) provou que os metais pesados Cd, Pb, e Cr determinados na solução do solo do extrator encontravam-se em desacordo com o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano estabelecido pela Portaria 36/90 do Ministério da Saúde. Dessa forma, concluiu-se que estes metais pesados indicaram contaminação do solo.

Além dos metais pesados, o solo pode apresentar teor elevado de matéria orgânica, provavelmente devido à decomposição do lixo. (BELLI ET AL, 2005)

2.4.4 Poluição das águas

A qualidade da água está cada vez mais vulnerável às condições ambientais e locais a qual está exposta, isso está associado à crescente degradação dos recursos hídricos e a frequente escassez de água diante de múltiplos usos. Juntamente, as áreas de disposição final de resíduos sólidos são instaladas em sua maioria em áreas sem planejamento ambiental. Assim, os resíduos são dispostos de forma incorreta em solos permeáveis e, eventualmente, ocorre migração dos líquidos percolados para o lençol freático e deste para o corpo d'água mais próximo, prejudicando assim a qualidade da água de áreas próximas (FERREIRA *et al*, 2014)

Em áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, a contaminação dos corpos d'água superficiais e subterrâneas pode ocorrer através do escoamento e infiltração no solo do lixiviado ou pelos resíduos carreados pelas chuvas. A contaminação dos aquíferos pode fomentar um problema crônico, de forma que somente possa ser identificado por meio de seus efeitos na saúde pública (BARROS *et al.*, 2015).

Os lixões ou vazadouros a céu aberto não possuem critérios técnico-científicos e ecológicos de manejo, sendo consideradas áreas que não apresentam controle dos poluentes produzidos pelo processo de decomposição da matéria orgânica transformando-se em fontes potenciais de contaminação, gerando riscos ao meio ambiente e em particular para a qualidade dos solos, águas superficiais e subterrâneas. (BETIO; SANTOS, 2016)

Ainda segundo os autores, a água subterrânea uma vez que sofre algum tipo de contaminação, sua remediação e recuperação, condições técnicas e econômicas ficam dificultadas.

Quando há uma fonte de contaminação liberando substâncias tóxicas, o fluxo das águas subterrâneas os transporta por meio de correntes advectivas (mecanismo de transporte de substâncias) ao longo de seu deslocamento, gera uma pluma de contaminação.

Segundo a NBR 13.896 da Associação Brasileira de Normas Técnicas é recomendado que os aterros sanitários devam ser construídos e operados visando a manutenção da qualidade das águas subterrâneas.

Um estudo realizado por Nóbrega *et al* (2008), mostrou que um antigo lixão já desativado impactou de forma significativa as águas subterrâneas. Assim, tais águas não puderam ser consumidas pela população sem tratamento prévio, pois tem apresentaram parâmetros de qualidade acima dos VMP estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde, o que indicou problemas de degradação da qualidade águas subterrâneas.

Em uma antiga área de disposição final de resíduos sólidos sem nenhuma preparação ou fiscalização, a tendência do fluxo da água subterrânea demonstrou uma alta vulnerabilidade dos corpos hídricos da região na área do lixão desativado. Isso se deu por conta do direcionamento do fluxo hídrico ser proveniente da área do lixão em direção as residências do entorno (FERREIRA *et al*, 2014)

Alguns metais pesados presentes nos resíduos podem ser potenciais contaminantes tanto para as águas superficiais quanto para as subterrâneas. Oliveira &

Pasqual (2004) demonstrou que os metais pesados Cd e Pb determinados nas amostras estavam em desacordo com os valores permitidos pela Portaria 36/90 do Ministério da Saúde, a qual estabelece o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Concluiu-se que estes metais indicaram contaminação das águas subterrâneas provenientes do aquífero localizado próximo ao aterro estudado.

A compreensão acerca dos processos e mecanismos que estão acontecendo em superfície, como cobertura existente ou não, drenagem, posição onde os resíduos estavam sendo depositados e tipo de contaminantes dispostos em determinada época, pode explicar o que está dissolvido nas águas subterrâneas (MONDELLI *et al*, 2016)

2.5 Impactos na saúde

Os resíduos sólidos urbanos que não recebem o tratamento adequado tornam-se um problema sanitário de grande importância para a saúde pública. Dessa forma, medidas carecem de ser tomadas para que haja uma gestão ambiental adequada visando prevenir e controlar doenças.

Os aterros de resíduos sólidos urbanos têm sido considerados potenciais fontes de exposição humana a substâncias tóxicas. As principais vias de exposição humana aos contaminantes presentes em aterros são sua dispersão através do solo e ar contaminados, e a percolação e lixiviação do chorume. A percolação do chorume ocorre no aterro em funcionamento, mas também depois de sua desativação, uma vez que os produtos orgânicos continuam a se degradar. (GOUVEIA, 2010)

Os resíduos produzidos são fonte de contaminação ambiental e uma grande parcela deles é encaminhada para os aterros sanitários, situados principalmente no entorno das áreas urbanas. (CORRÊA *et al*, 2011)

Conforme a NBR 13.896, precisa haver uma distância mínima de 500 metros entre os núcleos populacionais e as áreas de disposição de resíduos. Um estudo realizado em lixões já desativados, concluiu-se que os lixões analisados pela pesquisa apresentaram grau de risco alto no que diz respeito à saúde pública, uma vez que os moradores estão próximos de vetores de doenças, de insetos e de animais peçonhentos (SANTOS; RIGOTTO, 2008)

Os vetores encontrados nas áreas de disposição de resíduos urbanos são animais que encontram no lixo alimento e abrigo, ou seja, condições favoráveis para sua proliferação. Muitos destes animais são vetores responsáveis pela transmissão de inúmeras doenças ao homem, tais como: febre tifóide, salmoneloses e disenterias

transmitidas por moscas e baratas; filariose, malária, dengue e febre amarela transmitidas por mosquitos; raiva, peste bubônica, leptospirose e certas verminoses transmitidas pelos roedores (LIMA, 2015).

O Quadro 5 abaixo mostra o tempo de sobrevivência de alguns microorganismos, que podem estar presentes nos resíduos sólidos, e as doenças que estão relacionadas a tais agentes.

Quadro 5- Tempo de sobrevivência (em dias) de alguns microorganismos e as doenças relacionadas aos mesmos

Microrganismos	Doenças	Sobrevivência nos RS
Bactérias		
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifóide	29 – 70
<i>Salmonella Paratyphi</i>	Febre paratifóide	29 – 70
<i>Salmonella sp</i>	Salmoneloses	29 – 70
<i>Shigella</i>	Disenteria bacilar	02 – 07
Coliformes fecais	Gastroenterites	35
Leptospira	Leptospirose	15 – 43
<i>Mycrobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose	150 – 180
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	1 – 13
Vírus		
	-	
Enteroviros	Poliomielite (poliovirus)	20 – 70
Helmintos		
<i>Ascaris lumbricóides</i>	Ascaridíase	2000 – 2500
<i>Trichuris trichiura</i>	Trichiuríase	1800
Larvas de ancilóstomos	Ancilostomose	35
Outras larvas de vermes	-	25 – 40
Protozoários		
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	08 - 12

Fonte: Funasa, 2007

Observou-se que os helmintos e algumas bactérias possuem uma sobrevivência maior nos resíduos sólidos quando comparados com os outros microorganismos.

Com relação às enfermidades relacionadas com os resíduos sólidos, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2007), elaborou um manual do saneamento e nele realizou um link entre os principais macro vetores e seus respectivos reservatórios, conforme observados no Quadro 6.

Quadro 6- Enfermidades relacionadas com os resíduos sólidos, transmitidas por macro vetores e reservatórios.

Vetores	Forma de transmissão	Enfermidades
----------------	-----------------------------	---------------------

Rato e pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose Peste bubônica Tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifoide Cólera Amebíase Disenteria Giardíase Ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária Febre amarela Dengue Leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifoide Cólera Giardíase
Gado e porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase Cisticercose
Cão e gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

Fonte: Funasa (2007)

No quadro acima é importante ressaltar que o próprio homem, na condição de catador, também pode se enquadrar como vetor de doenças. Isso se explica pelo fato de estar trabalhando diretamente com os resíduos sólidos sem o mínimo de proteção necessária, ficando assim mais exposto que as demais pessoas.

O gerenciamento inadequado dos RSU fomenta uma grande dificuldade na definição de população exposta direta ou indiretamente aos resíduos. Isso se dá pelo fato de que os sistemas de informação e monitoramento sobre saúde e ambiente geralmente não contemplam o aspecto coletivo das populações, não dispondo de dados epidemiológicos suficientes e confiáveis (FUNASA, 2007)

Apesar disso, algumas populações podem ser identificadas como suscetíveis de serem afetadas pelas questões ambientais, como redução da qualidade de vida e ampliação dos problemas de saúde, a saber, segundo Ferreira (2001): a) população que não dispõe de coleta domiciliar regular e que lança os resíduos nas circunvizinhanças das suas moradias, gerando um ambiente deteriorado com a presença de fumaça, maus odores, vetores transmissores de doenças e animais, numa convivência promíscua e com riscos para a saúde; b) os moradores das circunvizinhanças das unidades de tratamento e destinação final dos RSU, por melhor que seja o padrão técnico de operação e manutenção da unidade, principalmente pela questão do mau cheiro presente, face ao processo de decomposição da matéria orgânica quando são manuseadas grandes quantidades de RSU; c) os trabalhadores diretamente envolvidos com o processo de

manuseio, transporte e destinação final dos RSU, notadamente pelos riscos de acidentes de trabalho e pelos riscos de contaminação pelo contato direto e mais próximo da geração do resíduo, com maiores chances da presença ativa dos microrganismos infecciosos.

2.6 Desativação de locais de destinação de resíduos sólidos urbanos

A Lei nº 12.305 previu, desde 2 de agosto de 2010, que todos os rejeitos do país devem ter uma disposição final ambientalmente adequada em quatro anos. A lei, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, determina a desativação dos lixões a céu aberto que deveria ser encerrado até o ano de 2014.

Porém, o prazo encerrou-se e uma subcomissão temporária do Senado propôs a extensão dessa exigência até o dia 3 de agosto de 2016. O Senado, por meio de uma comissão especial que discute o pacto federativo, apresentou uma nova proposta de transição. A prorrogação do prazo por um ano seria insuficiente para a o encerramento dos lixões.

Segundo a emenda apresentada ao Senado, as capitais e municípios de região metropolitana terão até 31 de julho de 2018 para acabar com os lixões. Os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, terão um ano a mais para implementar os aterros sanitários. As cidades que têm entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021.

A recuperação ambiental de um local que foi utilizado como destino final de resíduos ocorre quando suas atividades operacionais são encerradas juntamente com o cancelamento da disposição de resíduos. (LIMA, 2015)

Na teoria, a recuperação de uma área degradada por disposição inadequada de resíduos implica na remoção total dos resíduos depositados, levando-os para um aterro sanitário, seguida da disposição em solo da região na área selecionada. Porém na prática, ações desta magnitude englobam elevados custos, tornando o processo economicamente inviável, obrigando a adoção de soluções mais simples e econômicas. (ALBERTE *et al*, 2005)

Um aterro sanitário pode ser considerado encerrado apenas quando estiver estabilizado, tanto na questão geotécnica como bioquímica, com a área devidamente recuperada e pronta para nova ocupação e aproveitamento. Mesmo com o encerramento

das atividades de disposição dos resíduos, as interações bioquímicas ainda continuam gerando gases e percolados. (JORGE *et al*, 2004)

A desativação de áreas ocupadas por lixões é realizada, muitas vezes, sem que haja critérios técnicos, acontecendo de fato apenas o encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. (LANZA, 2010)

Ainda de acordo com a autora, em tal circunstância, o trabalho dos catadores é cessado. Porém a geração de gases, chorume e odores continuam, enquanto houver atividade biológica no interior do maciço de resíduos, podendo causar poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Um plano de encerramento deve considerar o método de cobertura (usando estudo de avaliação de risco), requisitos regulatórios, gestão do chorume e do gás e garantia de qualidade. Embora uma cobertura evita o acesso para catação dos resíduos, a propagação de doenças, o risco de incêndio e a produção de chorume e gás continuarão acontecendo e necessitam ser considerados no plano. Uma estimativa de custo de encerramento por unidade de área precisa ser incluída no plano. (ABRELPE/ISWA, 2016)

Algumas técnicas para o encerramento de uma área degradada podem ser utilizadas, como a remoção dos resíduos, a recuperação simples, a recuperação parcial, a recuperação de um lixão como aterro controlado temporário e a recuperação como aterro sanitário. Cabe destacar, qualquer alternativa técnica adotada para encerramento de um lixão, o tempo e os recursos técnicos e econômicos são proporcionais ao grau de comprometimento da área e à correta destinação dos resíduos sólidos urbanos realizada pelo município. (LIMA, 2015)

A escolha da melhor técnica a ser utilizada terá de ser pautada por um estudo prévio detalhado do local, que avalie as condições físicas e o comprometimento ambiental da área. Esse estudo necessita contemplar, no mínimo, a realização de levantamento planialtimétrico do terreno, estudos de sondagem e caracterização geotécnica, análises de águas superficiais e subterrâneas, entre outros. (LANZA, 2010)

A gestão integrada e participativa dos órgãos responsáveis pelo aterro e a comunidade diretamente afetada pela sua presença é fator fundamental para a obtenção e manutenção de bons resultados. Programas de educação ambiental contribuem de forma relevante e devem abranger todos os indivíduos da região que utilizam o aterro. (ALBERTE *et al*, 2005)

2.7 Remediação

No Brasil, diversos termos são utilizados para descrever os processos pelos quais uma área contaminada recebe intervenções, contemplando à contenção, ao isolamento, à remoção ou redução das concentrações dos contaminantes.

Os termos recuperação de áreas contaminadas ou remediação de áreas contaminadas são os mais utilizados comumente. O termo recuperação significa readquirir uma condição, enquanto remediação, utilizado internacionalmente em língua inglesa “remediation”, significa dar remédio, sanear, tornar uma área saudável, curar (CETESB, 1999).

A CETESB (1999) definiu recuperação de uma área contaminada como “o processo de aplicação de medidas corretivas necessárias para isolar, minimizar ou eliminar a contaminação, tendo como finalidade a utilização dessa área para um determinado uso”. Dessa forma, para recuperar uma área contaminada duas medidas podem ser executadas: as áreas a que se destinam à compatibilização ao uso atual ou futuro da área contaminada ou medidas de remediação (CETESB, 1999).

Desta forma, o sistema de gerenciamento de áreas contaminadas da CETESB contempla uma etapa para a investigação e para remediação (selecionar dentre as várias opções de técnicas existentes aquelas mais apropriadas para o caso considerado) e em seguida um projeto de remediação (base técnica para o órgão gerenciador ou órgão de controle ambiental avaliar a possibilidade de autorizar ou não a implantação e operação dos sistemas de remediação propostas).

A Resolução CONAMA nº 460/2013 entende como remediação “uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando à remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes”

No entanto, a utilização do termo remediação por vezes torna-se infundado quando há a necessidade de um respaldo jurídico, pois não existe uma lei específica no Brasil que trate da remediação de sítios contaminados. (LIMA, 2015)

De frente a problemática instaurada, é importante a necessidade de se realizar uma gestão adequada, a fim de prevenir ou reduzir os possíveis efeitos negativos sobre o ambiente e os riscos para a saúde pública. Levando em consideração tal necessidade, intervenções podem ser adotadas como forma de evitar o abandono ou a eliminação descontrolada dos resíduos.

Projetos de recuperação ambiental precisam ser elaborados anteriormente ao encerramento de áreas de disposição de resíduos. Além disso, necessita ser realizado um monitoramento da qualidade do ar, das águas superficiais e subterrâneas, no decorrer do tempo que durar o processo de liberação de gases e/ou chorume.

Dentre as recomendações gerais para as ações de recuperação para áreas degradadas por lixões que encerram atividades de disposição de resíduos, as principais são: a) Delimitação da área, que deve ser cercada completamente para impedir a entrada de animais e pessoas; b) Realização de sondagens para definir a espessura da camada de lixo ao longo da área degradada; c) Limpeza da área de domínio; d) Movimentação e conformação da massa de lixo: os taludes devem ficar com declividade de 1:3 (V:H); e) Cobertura final dos resíduos expostos com uma camada de solo argiloso de 0,50m de espessura e uma camada de solo vegetal de 0,60m de espessura sobre a camada de argila; e) Promoção do plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas. (NEPPI *et al*, 2010)

2.8 Abordagem ecossistêmica

A abordagem ecossistêmica também foi utilizada. Fundamenta-se na ideia de que o investimento apenas em um conjunto de técnicas e competências é insuficiente; é necessário reconhecer a importância das dinâmicas das relações entre a natureza e a sociedade humana, produzindo um novo conceito de “normalidade” que englobe aspectos éticos e socioeconômicos (PILON, 2006)

O enfoque ecossistêmico da saúde humana fomenta realizar teórica e praticamente a integração interdisciplinar da saúde e do ambiente por meio do desenvolvimento de ciência e da tecnologia, gerada e aplicada em parceria com gestores públicos, privados, com a sociedade civil e os segmentos populacionais afetados (GOMEZ; MINAYO, 2006)

Ainda de acordo com os autores, a abordagem ecossistêmica na saúde tem como foco desenvolver novos conhecimentos sobre a relação saúde-ambiente e tal abordagem possui três pilares a transdisciplinaridade, participação e equidade.

A transdisciplinaridade e a participação são os principais pilares da abordagem ecossistêmica. É por meio destes pilares que os pesquisadores compreendem as necessidades dos atores locais com relação à pesquisa que será realizada em seu habitat. O envolvimento dos pesquisadores favorece sua integração no contexto a ser pesquisado (NIELSEN, 2001).

Outro pilar é o da equidade, onde os interesses de todos os segmentos envolvidos na pesquisa, independente do gênero ou classe social, devem ser atendidos (LEBEL, 2003)

A transdisciplinaridade busca a integração de diferentes perspectivas, para a criação de um diferente conceito do que seria o entendimento. Resulta da participação ativa dos investigadores e dos membros da comunidade na produção do conhecimento.

O pilar da participação diz respeito à integração de todos os envolvidos e responsáveis na construção do conhecimento e na solução dos problemas. (GOMEZ; MINAYO, 2006)

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar a produção dos dados sobre os impactos ambientais e na saúde gerados pela disposição final de resíduos sólidos urbanos em áreas desativadas e/ou remediadas

Objetivos específicos:

-Descrever e apresentar cenário nacional de destinação final de resíduos sólidos urbanos, conforme os tipos;

-Descrever e apresentar o cenário nacional de desativação e remediação das áreas de destinação final de resíduos sólidos urbanos;

-Identificar, analisar e discutir os impactos ambientais e na saúde resultantes da disposição final de resíduos sólidos em áreas desativadas e/ou remediadas.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização do objeto de estudo

O presente estudo buscou analisar os impactos ambientais e na saúde em locais desativados e/ou remediados de destinação final de resíduos sólidos urbanos.

Nesta dissertação procurou-se focar apenas nos principais impactos ambientais e na saúde em locais desativados e/ou remediados de destinação final de resíduos sólidos urbanos.

Partiu-se de um problema de pesquisa e uma questão norteadora principal. Dessa forma, o problema da presente pesquisa é relativo aos locais de destinação final de resíduos sólidos urbanos já desativados e/ou remediados e seus impactos ambientais e na saúde. A questão norteadora do presente estudo foi: “Quais seriam os impactos causados, tanto no ambiente quanto na saúde, por locais de destinação final de resíduos sólidos urbanos desativados e/ou remediados?”.

4.2 Tipo de estudo

Quanto ao objetivo específico 1, 2 e 3 o tipo de pesquisa utilizado foi de caráter descritivo. Descritivo, porque foi retratado a situação problemática e dados relativos aos RSU e seus entraves no que diz respeito à disposição final.

De acordo com Raupp e Berren (2003), uma pesquisa exploratória visa proporcionar uma visão geral acerca de um objeto selecionado. Sendo assim, esse tipo de pesquisa é realizado, sobretudo, quando um assunto é pouco discutido. Dessa forma, esse tipo de pesquisa se adequa ao presente estudo pois no Brasil o assunto desativação e remediação ainda é um assunto novo, necessitando de maiores discussões.

Em relação aos procedimentos técnicos utilizou-se a pesquisa documental, cuja a mesma caracteriza-se pela busca de informações em documentos como: legislações, regulamentos, normas técnicas, manuais, relatórios, reportagens de jornais, revistas, cartas, filmes, gravações, fotografias, entre outras matérias de divulgação (OLIVEIRA, 2007).

Quanto aos procedimentos técnicos relativos ao objetivo específico 3 foram realizados: pesquisa bibliográfica, que consiste em um procedimento metodológico que se oferece ao pesquisador como uma possibilidade na busca de soluções para seu problema de pesquisa (Lima; Miotto, 2007) e pesquisa bibliométrica. Para Oliveira *et al* (2013), o uso da pesquisa bibliométrica é um recurso precípuo para transmissão da produção científica e a sua finalidade é alcançada mediante a aplicação de uma técnica

capaz de medir a influência dos pesquisadores ou periódicos, permitindo traçar o perfil e suas tendências, além de evidenciar áreas temáticas.

4.3 Coleta de dados

Quanto aos objetivos específicos 1 e 2, citados no item anterior, os portais do Ministério do Meio Ambiente, e da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, e da *International Solid Waste Association* foram consultados para obter as informações e dados referentes ao objetivo.

Quanto ao objetivo específico 3, na pesquisa bibliográfica, as bases de dados consultadas foram Bireme, Pubmed, Web of Science, Scopus. A escolha de tais bases de dados se deu pelo fato de enquadrarem nos critérios de inclusão e exclusão.

Os descritores utilizados nas buscas nas bases de dados consultadas foram: resíduos sólidos urbanos, impacto ambiental, remediação, desativação, saúde, aterro sanitário, disposição final e descargas à céu aberto.

A partir dos descritores estabelecidos foram elaboradas estratégias de busca para tornar possível o encontro entre uma pergunta formulada e a informação armazenada em uma base de dados. Na primeira estratégia de busca realizada, foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR”. A escolha do operador booleano “OR” se deu pelo fato dos descritores “remediação” e “desativação” serem encontrados em estudos como sendo semelhantes. Então, a expressão de busca elaborada foi: resíduos sólidos urbanos AND impacto ambiental AND remediação OR desativação.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: artigos publicados nos últimos 14 anos; artigos em português, inglês e espanhol; artigos disponibilizados na íntegra; artigos que abordem o tema de desativação e remediação.

Os critérios de exclusão foram: resumos de congresso, resenhas de livro, editoriais; monografias, dissertações e teses; artigos que abordem impactos econômicos, psicológicos, culturais e tecnológicos.

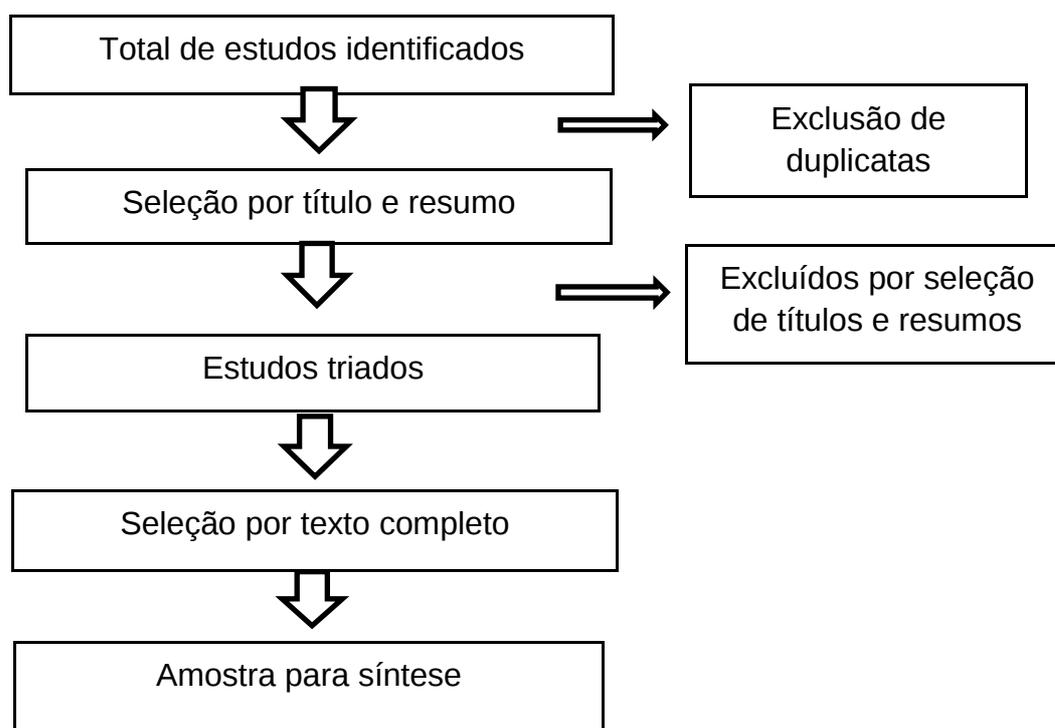
A primeira busca foi focada nos impactos causados pela disposição dos resíduos sólidos urbanos.

Em uma segunda estratégia de busca foi utilizado o operador booleano “AND”. A escolha do operador booleano “AND” se deu pelo fato de abranger mais a busca. Sendo assim, a expressão de busca utilizada foi “aterros sanitários AND descargas à céu aberto”.

O intuito da segunda busca foi focar mais nos assuntos que envolvem os aterros sanitários e os lixões.

Após a realização das buscas nas bases de dados, a etapa seguinte consistiu no processo de seleção do material encontrado. O esquema abaixo mostra as etapas utilizadas.

Esquema 1. Etapas do Processo de seleção do material encontrado



4.4 Análise dos dados

Quanto à abordagem, o presente estudo possui uma parte quantitativa e qualitativa. A abordagem quantitativa do estudo teve a finalidade de caracterizar e quantificar os dados referentes aos principais impactos ambientais e na saúde em locais de disposição final de resíduos sólidos urbanos desativados e/ou remediados.

A abordagem qualitativa teve como finalidade a análise dos estudos publicados na área, realizada através da pesquisa bibliográfica.

4.4.1 Análise quantitativa

A análise quantitativa foi realizada através da coleta e quantificação dos dados obtidos a respeito dos impactos no ambiente e na saúde encontrados. Foi feito um estudo de distribuição de frequência, que consiste em um método utilizado para organizar os dados em subconjuntos que apresentaram características semelhantes. Desse modo, agrupou-se os dados em classes, fornecendo assim, a quantidade e/ou porcentagem de dados referentes a cada classe.

No capítulo de resultados, foram apresentados gráficos e tabelas para representar os resultados para facilitar a visualização e a análise. Para a construção das tabelas e gráficos, foi utilizado o Excel.

4.4.2 Análise qualitativa

Análise aprofundada dos dados consistiu na construção de matrizes de análises. A matriz de síntese, ou matriz de análise, tem sido utilizada como ferramenta de extração e organização de dados de revisão da literatura, devido à sua capacidade para resumir aspectos complexos do conhecimento. A matriz precisa conter informações sobre aspectos da investigação e permitir que o pesquisador tenha uma visão geral de dados relacionados a um desempenho de certos pontos. (BOTELHO, 2011)

5. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

No presente capítulo, foram inicialmente mencionados os resultados obtidos correspondentes a cada objetivo específico estabelecidos.

Em relação ao objetivo específico 1 “Analisar o cenário nacional de disposição final de resíduos sólidos urbanos, conforme os tipos”, foram apresentados e discutidos a atual situação da disposição final de resíduos sólidos no País.

5.1 Panorama da disposição final de resíduos sólidos no Brasil

A disposição final de resíduos sólidos é a forma mais utilizada e adequada de destinação final de resíduos sólidos no país. Embora tenha havido grandes progressos, a utilização de lixões e aterros controlados ainda é uma prática. Segundo a ABRELPE (2016) no Brasil há 3.326 municípios que ainda dispõem inadequadamente seus resíduos.

Comparando os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), em termos quantitativos (Tabela 1), de 2000 a 2008, houve um aumento de 120% na quantidade de resíduos e rejeitos dispostos em aterros sanitários e uma redução de 18% na quantidade encaminhada para lixões.

Tabela 1- Quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição em solo, considerando somente lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

Unidade de análise	Quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição no solo, considerando somente lixão, aterro controlado e aterro sanitário(t/dia)					
	Lixão		Aterro Controlado		Aterro Sanitário	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	45.484,70	37.360,80	33.854,3	36.673,20	49.614,5	110.044,40
	Estrato Populacional					
Municípios pequenos	34.533,10	32.504,30	10.405,90	14.067,90	6.878,40	32.420,50
Municípios médios	10.119,60	4.844,50	15.525,50	17.278,30	17.105,80	45.203,40
Municípios grandes	832,00	12,00	7.922,90	5.327,00	25.630,30	32.420,50
	Macrorregião					
Norte	6.148,50	4.892,50	3.221,8	4.688,20	1.350,2	4.540,60
Nordeste	20.579,60	23.461,50	6.113,1	6.819,00	6.714,9	25.246,60
Sudeste	11.521,00	3.636,20	15.685,6	16.767,00	32.568,4	61.576,80
Sul	4.645,80	1.432,80	4.698,8	3.485,00	5.882,1	15.293,10
Centro Oeste	2.589,80	3.937,80	4.135,0	4.914,00	3.098,9	3.387,30

Fonte: IBGE (2010)

Diferentemente do que ocorria em 2000, quando 60% da quantidade total dos resíduos e rejeitos urbanos eram dispostos de forma inadequada (aterro controlado e lixão), em 2008, viu-se a inversão desses valores, no qual 60% teve disposição final em aterro sanitário. Porém, não se pode esquecer que ainda há 74 mil toneladas por dia de resíduos e rejeitos sendo dispostos em aterros controlados e lixões.

Observou-se que os municípios de pequeno e médio porte mostraram acréscimos significativos na quantidade total de resíduos e rejeitos dispostos em aterros sanitários, enquanto nos grandes municípios o acréscimo foi discreto.

Esse fato ocorreu em função da escassez de locais adequados para dispor os resíduos e rejeitos nesses municípios, que conseqüentemente, passaram a transferir a disposição dos resíduos e rejeitos para os municípios de pequeno e médio porte.

Em termos absolutos, todas as regiões apresentaram aumento na quantidade total de resíduos e rejeitos dispostos em aterros sanitários. Ao analisar os resultados de disposição em aterros sanitários, considerando o total disposto, observou-se que a região Sul apresentou melhor desempenho em 2008, dispondo mais de 75% dos seus resíduos sólidos coletados em aterros sanitários.

Tabela 2- Número de unidades de destino de resíduos e rejeitos urbanos considerando somente disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário

Unidade de análise	Unidades de destino de resíduos e rejeitos urbanos considerando somente disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário					
	Lixão		Aterro Controlado		Aterro Sanitário	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	4.642	2.906	1.231	1.310	931	1.723
	Estrato Populacional					
Municípios pequenos	4507	2.863	1096	1.226	773	1.483
Municípios médios	133	42	130	78	125	207
Municípios grandes	2	1	5	6	33	33
	Macrorregião					
Norte	430	388	44	45	19	45
Nordeste	2273	1655	142	116	77	157
Sudeste	1040	317	475	807	463	645
Sul	584	197	466	256	280	805
Centro	315	349	104	86	92	71
Oeste						

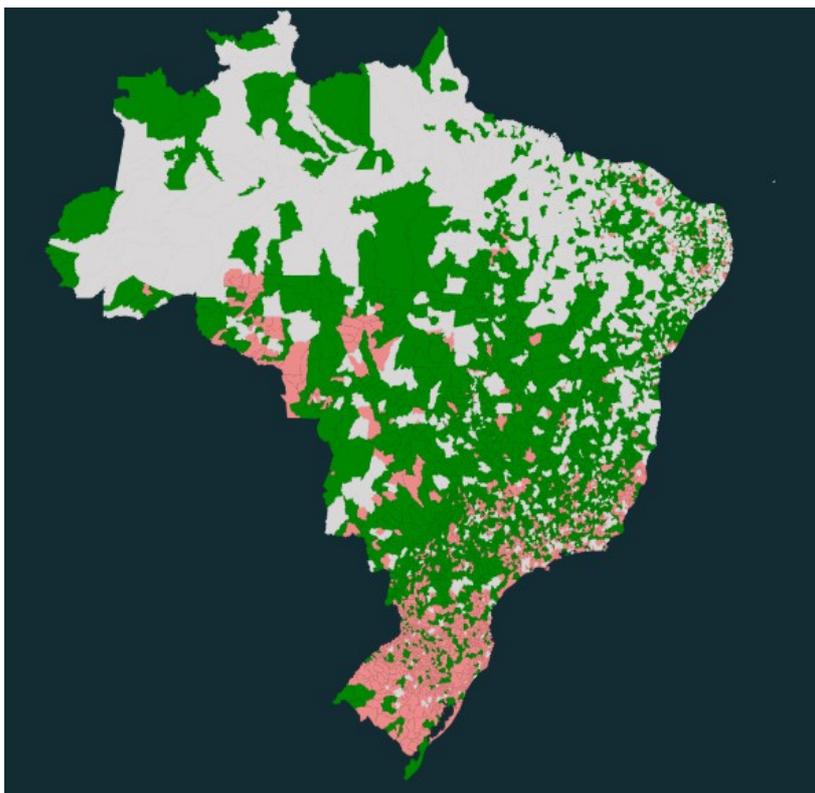
Fonte: IBGE, 2010

Ao examinar a situação da disposição final pelo número de unidades de disposição final nos municípios com presença de aterros sanitários, aterros controlados e lixões notou-se que, em 2000, 86% dos municípios encaminhavam seus resíduos e rejeitos para aterros controlados e lixões e somente 14% dos municípios tinham aterros sanitários.

Em 2008, apesar do aumento ocorrido no número de municípios (29%) que realizaram a disposição final em aterros sanitários, constatou-se que a maioria deles (71%) ainda dispunha seus resíduos e rejeitos em aterros controlados e lixões. Com relação aos aterros controlados, o Brasil possui ainda 1.310 unidades distribuídos em 1.254 municípios, sendo cerca de 60% na região Sudeste.

Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) mostraram que a maioria dos municípios do país realizavam a disposição de RSU no próprio município, sem que houvesse a necessidade de consórcios com outras cidades. O mapa a seguir apresentou a distribuição das cidades.

Mapa 1- Destinação final de RSU, segundo município



Fonte: SINIR, 2015

O mapa acima evidenciou que 47,5% dos municípios realizavam sua disposição no próprio território, porém quase metade (48,6%) utilizavam os lixões como tipo de destinação final.

O número de municípios onde não foi informado como sua disposição era executada correspondeu a 26%. Tal constatação pode dificultar a evolução na gestão dos RSU e o acesso a informação.

Há um interesse particular no número de lixões ainda existentes, pois de acordo com a Lei 12.305/2010, Art. 54. “A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deveria ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei”, ou seja, até 2014 (BRASIL, 2010)

De acordo com o Ministério das Cidades, verificou-se que no ano de 2014, 52% dos resíduos coletados foram dispostos em aterros sanitários, 13,1% em aterros controlados, 12,4% em lixões e quase 3% encaminhados para unidades de triagem e de

compostagem, restando uma parcela de 19,6% sem informação, referente aos municípios com até 30 mil habitantes, conforme a tabela a seguir (BRASIL, 2016)

Tabela 3- Evolução da quantidade de resíduos destinados a lixões, aterros controlados, aterros sanitários, unidades de triagem, unidades de compostagem e sem informação entre 2011 e 2014

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por quantidade de resíduos coletados (%)					
	Lixão	Aterro Controlado	Aterro Sanitário	Un. Triagem	Un. Compostagem	Sem Informação
2011	7,1%	12,3%	46%	3,8%	0,3%	30,4%
2012	9,1%	14%	51%	3,7%	0,4%	20,9%
2013	11%	17%	50,2%	2,1%	0,02%	19,6%
2014	12,4%	13,1%	52%	2,5%	0,42%	19,6%

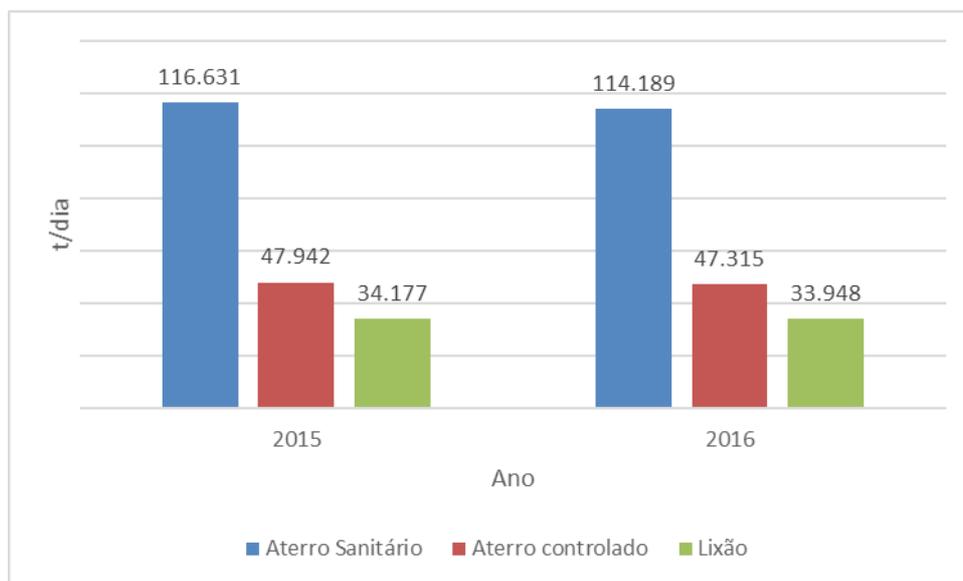
Fonte: Adaptado de Ramos (2016)

Segundo o Ministério das Cidades, os dois terços dessa quantidade “sem informação” foi encaminhada para lixões. Dessa quantidade (58,5%) foi disposta de forma adequada, sendo o restante distribuído por destinações em lixões, aterros controlados e, em menor escala, à unidades de triagem e unidades de compostagem.

Os índices de disposição final de RSU apresentaram retrocesso no encaminhamento ambientalmente adequado dos RSU coletados, passando a 58,4% do montante anual disposto em aterros sanitários. As unidades inadequadas como lixões e aterros controlados ainda estão presentes em todas as regiões do país e receberam mais de 81 mil toneladas de resíduos por dia, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos na saúde (ABRELPE, 2016).

O gráfico abaixo mostra a disposição final de resíduos sólidos urbanos por tipo de destinação.

Gráfico 1 - Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (t/dia) nos anos de 2015 e 2016



Fonte: ABRELPE, 2016

O gráfico acima mostrou que houve uma leve queda da t/dia de resíduos dispostos nos lixões. Quando comparados aos dados da PNSB de 2008, notou-se que a queda é menor. Ainda assim, foi considerado um número elevado, como citado anteriormente, visto que a PNRS previu o encerramento dos lixões para o ano de 2014.

5.2 Panorama da desativação e remediação de locais de disposição final de resíduos sólidos

A seguir foram apresentados os resultados referentes ao objetivo específico 2 “Analisar o cenário nacional de desativação e remediação das áreas de destinação final de resíduos sólidos urbanos”

O número crescente de aterros de resíduos sólidos urbanos desativados, em desativação ou em processo de remediação concretizou-se como uma preocupação no que se refere ao uso futuro dessas áreas. A sua recuperação para benefício da população, necessita ser compensada, devido aos prejuízos ocorridos durante a operação do aterro. A legislação brasileira exigia que áreas degradadas por atividades antrópicas precisavam ser remediadas, para minimizar a interferência ambiental e restaurar essas áreas (LIMA, 2015).

Partindo do pressuposto que os lixões teriam que ser desativados até 2014 foram identificados que ainda haviam 2.906 lixões no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios, que deveriam ser erradicados, conforme foi explicitado na Tabela 6.

Tabela 4- Número de municípios que tem lixões e quantidade total de lixões existentes, no Brasil e nas macrorregiões.

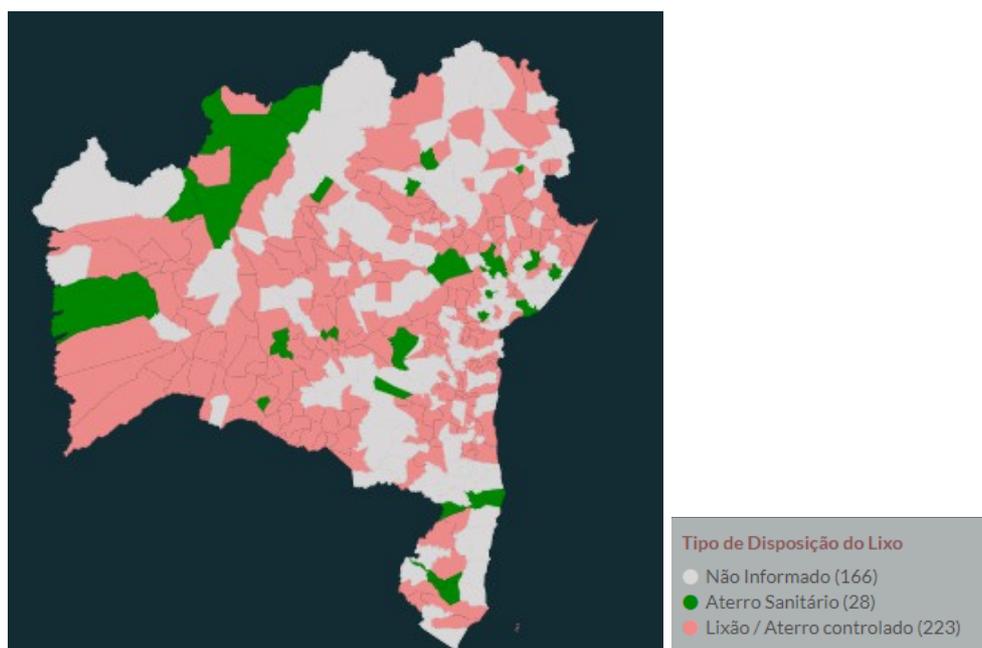
Unidade de análise	Nº de municípios	População urbana	Municípios com presença de lixões	
			Quantidade	%
Brasil	5.565	160.008.433	2.810	50,5
Norte	449	11.133.820	380	84,6
Nordeste	1.794	38.826.036	1.598	89,1
Sudeste	1.668	74.531.947	311	18,4
Sul	1.188	23.355.240	182	15,3
Centro Oeste	466	12.161.390	339	72,7

Fonte: IBGE, 2010

Em números absolutos o estado da Bahia foi o que apresentou mais municípios com presença de lixões (360), seguido pelo Piauí (218), Minas Gerais (217) e Maranhão (207). Outra informação relevante foi de que 98% dos lixões existentes concentravam-se nos municípios de pequeno porte e 57% estavam no Nordeste (IBGE, 2010)

Ao analisar os dados do SINIR (2015), o número de lixões no Estado da Bahia apresentou uma queda para 223. Porém, o montante não informado correspondeu a 166, como foi explicitado no gráfico a seguir.

Mapa 2- Tipo de disposição final de RSU por município no Estado da Bahia



FONTE: SINIR, 2015

O número de aterros sanitários correspondeu a 6,7% dos municípios do estado baiano. Uma quantidade muito inferior ao que se espera, principalmente no que se diz respeito à determinação da PNRS sobre a extinção de todos os lixões.

Ainda de acordo com o SINIR, a Bahia não possui um Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/BA), o que se configurou como um entrave na gestão de RSU e para o cumprimento das normas necessárias.

Os dados do IBGE (2010) anteriormente apresentados, o Estado do Piauí foi o segundo a apresentar uma quantidade de lixões elevada (218). Ao analisar as informações do SINIR (2015), observou-se uma queda no número de lixões presentes no Estado (94). Apesar de evidenciar um decréscimo representativo em relação aos dados do IBGE, um total de 110 não foi informado. Isso pode configurar valores implícitos de locais que estejam sendo utilizados como lixões. Assim como a Bahia, o Piauí não possui um Plano Estadual de Resíduos Sólidos, sendo também uma grande dificuldade na gestão e na fiscalização em tais locais.

O Estado de Minas Gerais também se enquadra na mesma situação dos estados citados acima, por não possuir um PERS. Ao analisar tal realidade, entende-se que a ausência de um plano de gerenciamento eficaz traz consequências negativas tanto para o

ambiente quanto para a saúde pública. Ao contrário do decréscimo mostrado pelos outros estados, Minas Gerais apresentou um aumento no número de lixões em seu território. Em 2010 foram constatados 217, ao passo que em 2015, foram identificados 497 (IBGE, 2010; SINIR, 2015)

No Estado do Rio de Janeiro, foram produzidas 17 mil toneladas de lixo por dia, sendo que 83% destes resíduos foram gerados pela população da Região Metropolitana (RIO DE JANEIRO, 2013)

Em consonância com a PNRS, O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro (PERS/RJ) fez parte das ações do estado no planejamento de políticas públicas capazes de potencializar a gestão dos resíduos sólidos. Elaborado em 2013, ele é válido até 2033 com previsão de ser revisto a cada quatro anos.

Tabela 5- Metas para a Gestão dos Resíduos Sólidos (RJ)

Metas	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
	2013-2014	2015-2018	2019-2024	2025-2033
Erradicação dos lixões e disposição final dos resíduos em Aterros Sanitários	100%	-	-	-
Recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos	40%	100%		

Fonte: Rio de Janeiro, 2013

Dentre as metas do PERS/RJ está a de erradicar todos os lixões municipais existentes, passando a usar apenas os aterros sanitários até 2018. A responsabilidade pela disposição final dos resíduos é das prefeituras. Ao comparar os dados da tabela, notou-se que a erradicação total dos lixões não foi cumprida pois ainda existem 17 lixões, a maioria concentra-se Região Noroeste do Estado. Juntos eles geram cerca de 477 toneladas de lixo ao dia, ou seja, 2,81% de todo o resíduo sólido fluminense.

O mapa a seguir mostra onde estão localizados os lixões a encerrar.

Mapa 3- Lixões a encerrar no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Rio de Janeiro, 2013

Segundo o mapa, os municípios que ainda possuem lixões e que serão encerrados são: Porciúncula, Varre e Sai, Natividade, São Jesus do Itabapoana, Itaperuna, Miracema, São José de Ubá, Italva, Cardoso Moreira, Cambuci, Santo Antônio de Pádua, São Fidelis, Itaocara, Três Rios, Paraíba do Sul, Resende e Saquarema.

Para avançar na erradicação dos lixões, o governo do Estado criou o programa LIXÃO ZERO para apoiar os municípios na formação de consórcios intermunicipais, com soluções de aterros sanitários regionais, cujo custo operacional é menor. Em 2007, dos 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro, 76 descartavam seus resíduos em lixões e 12 em locais remediados e controlados.

Apenas quatro cidades destinavam seu lixo adequadamente para aterros sanitários. Hoje já são 71 o número de municípios que utilizam apenas os aterros. Os chamados Arranjos Regionais são formados por um agrupamento de municípios que, mesmo sem estarem ainda organizados em consórcios intermunicipais, levam seus resíduos para uma central de tratamento de resíduos ou aterro sanitário comum.

O Programa LIXÃO ZERO fomentou a ampliação da construção de aterros sanitários e remediação de lixões. O quadro a seguir apresentou os dados referentes ao número de lixões que já foram remediados ou que estão em remediação. Foram identificados 57 lixões.

Quadro 7- Lixões remediados no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2013

Remediação dos lixões				
Execução		Projetos		Total
Remediados	Em processo	Contratados	Solicitados	
12	13	9	23	57

Fonte: Rio de Janeiro, 2013

Embora os dados do PERS/RJ apontem 17 aterros em funcionamento, a ABRELPE em seu último panorama, constatou que existem 29 lixões a céu aberto em território fluminense. (ABRELPE, 2016).

Segundo o levantamento, os lixões de: Gramacho (Duque de Caxias); Itaóca (São Gonçalo) e do Babi (Belford Roxo) voltaram a funcionar dentro de suas áreas originais ou em terrenos contíguos.

O despejo em locais inapropriados cresceu mesmo em municípios que já tinham dado destino adequado aos seus resíduos. Uma possível explicação para tal situação, seria por conta da crise econômica que afeta o Estado, assim, muitos municípios pararam com os projetos de encerrar os seus lixões, enquanto outros estão optando pelo descarte incorreto, mesmo com aterros sanitários licenciados em suas regiões.

Uma estrutura de financiamento para o encerramento de lixões deve fazer parte de uma política mais ampla para o desenvolvimento de sistemas integrados de gestão de resíduos sólidos. O principal entrave é, na maioria dos casos, a falta de uma estrutura adequada para um financiamento efetivo e viável do encerramento de lixões e adequação do sistema de gestão (ISWA, 2016)

No Estado do Rio de Janeiro, as prefeituras que investem na preservação ambiental contam com maior repasse do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). As cidades pontuam ao cumprir os critérios propostos, de acordo com a seguinte divisão: 45% para unidades de conservação; 30% para melhoria da qualidade

da água, através de saneamento básico; e 25% para gestão dos resíduos sólidos, como coleta seletiva e aterros sanitários. (SEA, 2015)

Segundo a Secretaria Estadual de Saúde, para destino do RSU os municípios mais beneficiados foram: Santa Maria Madalena (1º lugar - R\$ 1,4 milhão); Cantagalo (2º lugar - R\$ 1,1 milhão); e Bom Jardim, São Pedro da Aldeia e São Sebastião do Alto (3º lugar - R\$ 997 mil, para cada um). O município de Santa Maria Madalena possui uma Central de Tratamento de Resíduos (CTR), onde mais de 80% de sua capacidade é utilizada para receber os resíduos de outros nove municípios (Bom Jardim, Cantagalo, Carapebus, Conceição de Macabu, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Quissamã e Trajano de Moraes). Além disso, a prefeitura está remediando seu lixão e faz a separação de material reciclável na Usina de Triagem e Compostagem.

De acordo com o PERS/RJ, os municípios citados acima foram os que ainda possuem lixões ativo a se encerrar. A hipótese formulada acima envolvendo a questão de crise econômica corroborou com os dados apresentados. Mostrou que provavelmente tais municípios não estariam recebendo os incentivos para que os lixões fossem encerrados da maneira correta.

No que diz respeito a remediação dos lixões, 19 prefeituras tiveram seus investimentos contemplados. Foram elas: Em 1º lugar estão Nova Friburgo, Nova Iguaçu, Rio das Ostras, Rio de Janeiro e Vassouras (R\$ 634,497,00 cada uma); em 2º lugar estão Barra do Piraí, Mesquita, Nilópolis, Paracambi, Pinheiral, Queimados, Rio Claro, São João de Meriti, São Pedro da Aldeia, Sumidouro e Teresópolis (R\$422.998,00 cada uma); e em 3º lugar estão Sapucaia, Barra Mansa e Duque de Caxias (R\$ 317.248,00). A maioria desses municípios fechou seus lixões, as áreas já foram remediadas e seus resíduos foram depositados em aterros sanitários (SEA, 2015)

No Brasil não há uma legislação específica que trata diretamente sobre a remediação de locais de destinação final de resíduos sólidos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente editou uma resolução específica para as questões que envolvem risco em conjunto com áreas contaminadas, a resolução no 420/2009 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas, estabelecendo diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. (MELO *et al*, 2009)

Ficou determinado por esta, que o gerenciamento de áreas contaminadas deveria conter procedimentos e ações voltadas para: eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana; eliminar ou minimizar os riscos ao meio ambiente; evitar danos aos demais bens a proteger e ao bem-estar público durante a execução de ações para reabilitação, além de possibilitar o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo. (CONAMA, 2009)

5.3 Busca nas bases de dados

Os resultados a seguir dizem respeito ao objetivo específico 3 “Identificar, analisar e discutir os impactos ambientais e na saúde resultantes da disposição final de resíduos sólidos em áreas desativadas e/ou remediadas”.

O primeiro resultado reportado foi o número de artigos encontrados nas bases de dados selecionadas.

Na primeira busca realizada utilizando a expressão “resíduos sólidos urbanos AND impacto ambiental AND remediação OR desativação”/ “urban solid waste AND environmental impact AND remediation AND closing”, foram encontrados 90 artigos. A tabela abaixo mostrou os resultados por bases de dados.

Tabela 6- Frequência e porcentagem do resultado da primeira busca nas respectivas bases de dados, de 2003 a 2017.

Base de dados	f	%
Bireme	50	55
Pubmed	28	31
Web of Science	8	9
Scopus	4	5
Total	90	100

Fonte: Elaboração própria, 2017

Observou-se que a bases de dados que obteve maior número de estudos foi a Bireme. Essa base de dados agrupa outras como Lilacs e BVS. É desenvolvido e operado em 3 idiomas (inglês, português e espanhol).

Na segunda busca realizada na qual foi utilizada a expressão “aterros sanitários AND descargas à ceu aberto”/ “landifill AND waste disposal facilities”, os resultados obtidos foram apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7- Frequência e porcentagem do resultado da segunda busca nas respectivas bases de dados, de 2003 a 2017.

Base de dados	f	%
Bireme	14	12
Pubmed	61	50
Web of Science	23	19
Scopus	23	19
Total	121	100

Fonte: Elaboração própria, 2017

Como explicitado na tabela acima, a base de dados que obteve maior quantidade de estudos foi a Pubmed. Tal base é um motor de busca de livre acesso ao banco de dados MEDLINE de citações e resumos de artigos de investigação em biomedicina.

Após as etapas do processo de seleção mostrado anteriormente no capítulo de metodologia, respeitando os critérios de inclusão e exclusão, foi determinada a amostra para síntese.

O quadro abaixo mostrou os resultados obtidos nas buscas e suas respectivas estratégias.

Quadro 8- Resultados das buscas

“resíduos sólidos urbanos AND impacto ambiental AND remediação OR desativação”/ “urban solid waste AND environmental impact AND remediation AND closing”		“aterros sanitários AND descargas à céu aberto”/ “landfill AND waste disposal facilities”	
1ª busca	2ª busca	1ª busca	2ª busca
90	45	121	32

Fonte: Elaboração própria

No que se referiu ao ano das publicações, verificou-se que em 2011 houve maior número de publicações. O gráfico a seguir mostrou a distribuição das publicações de acordo com os anos.

Gráfico 2 - Distribuição das publicações por ano, de 2003 a 2017.



Fonte: Elaboração própria, 2017

O gráfico evidenciou que as publicações começaram no ano de 2003. O ano que apresentou um maior número de publicações foi 2011, seguidos de 2010 e 2014.

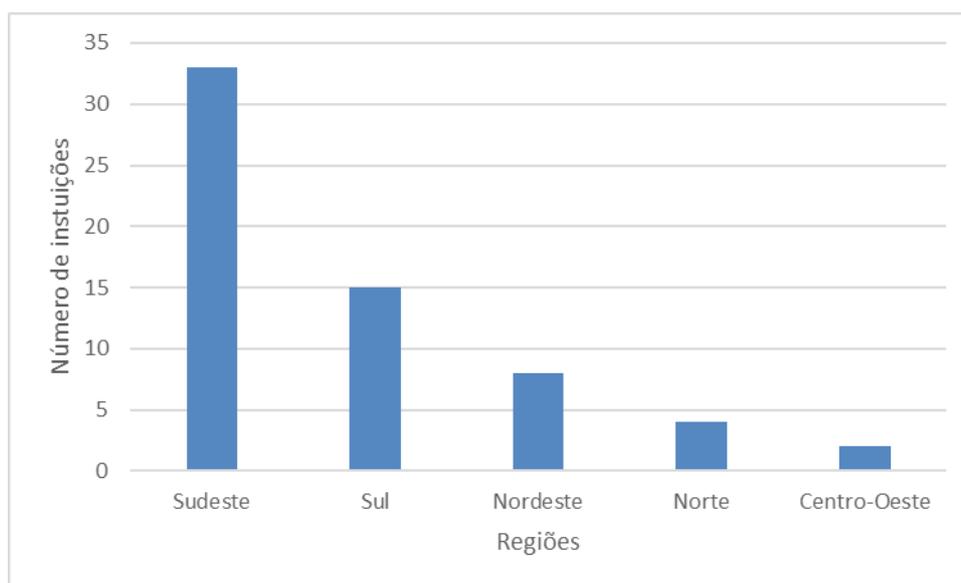
Foi evidenciado que a partir do ano de 2008 e 2009 houve um aumento nas publicações. Em 2007 foi criada a lei nº 11.445 de 5 de janeiro, que estabeleceu as diretrizes para o saneamento básico no País. Acredita-se que após a sua criação, o cenário foi favorável para publicações na área, pois as ferramentas estavam mais disponíveis para fomentar estudos.

Anteriormente a criação da PNRS, as pesquisas, estudos e os aspectos relacionados à limpeza urbana, em especial da gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil, tinham respaldo na Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445, de 2007

O fato de 2011 ter sido o ano que apresentou um maior número de publicações, pode ser explicado por ser um ano após a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Posteriormente à sua criação, ficou estabelecido novos critérios no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos no Brasil.

Em relação às instituições que fomentaram os estudos da amostra, a região que apresentou um contingente maior de publicações foi a Região Sudeste, seguida da Região Sul como mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 3- Número de publicações por regiões, de 2003 a 2017.



Fonte: Elaboração própria, 2017

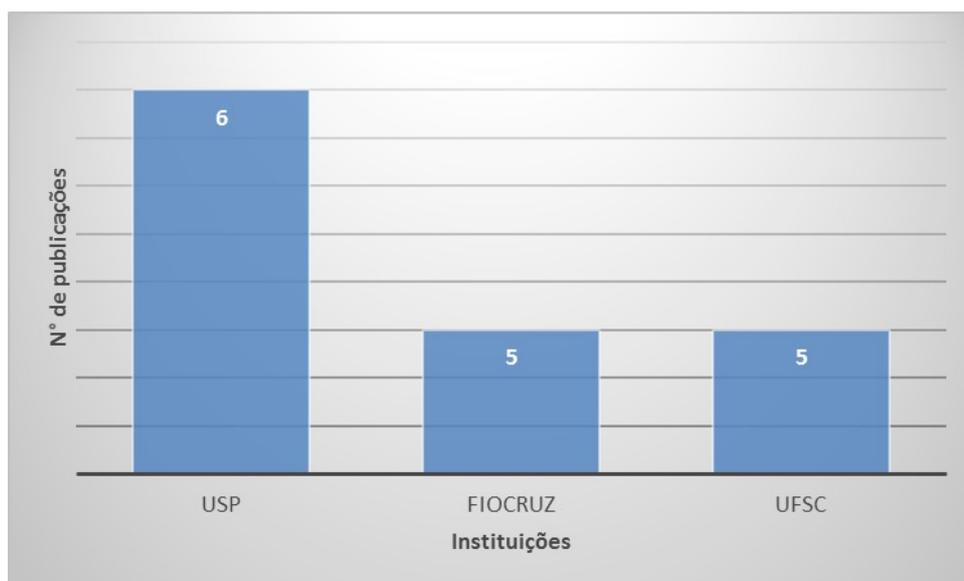
Tais dados revelaram que a região Centro-Oeste foi a que apresentou a menor concentração de estudos. A região Sudeste foi que a revelou maior número de pesquisas. Tal resultado justificou-se pela concentração de instituições de ensino, onde existe um interesse das instituições em divulgar conhecimento científico. Também se justificou por serem centros de referência na área, recebendo assim, crescentes incentivos.

Esse desenvolvimento das pesquisas concentrado em algumas regiões do País inviabilizou a utilização dos resultados de estudos dentro do próprio território nacional.

Como o Brasil possui grande diversidade socioeconômica e social entre suas regiões, a aplicação dos resultados das pesquisas provenientes dos centros mais desenvolvidos economicamente ficou prejudicada em regiões menos favorecidas e vice-versa, por conta dos recursos e qualificação profissional existente.

Em referência às instituições que apresentaram maior número de publicações, o resultado encontrado foi: Universidade de São Paulo (USP), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O gráfico a seguir apresenta o número de publicações e suas respectivas instituições.

Gráfico 4- Publicações por Instituições de Estudo



Fonte: Elaboração própria, 2017

Ao analisar o resultado acima, ficou claro que a Universidade de São Paulo representou uma das principais instituições de ensino e pesquisa do País. A Fundação Oswaldo Cruz apresentou estudos desenvolvidos na Escola Nacional de Saúde Pública, a qual possui um departamento específico de Saneamento Ambiental, onde estão concentrados estes tipos de estudos. A Universidade Federal de Santa Catarina está inserida na região que mais apresentou estudos na área.

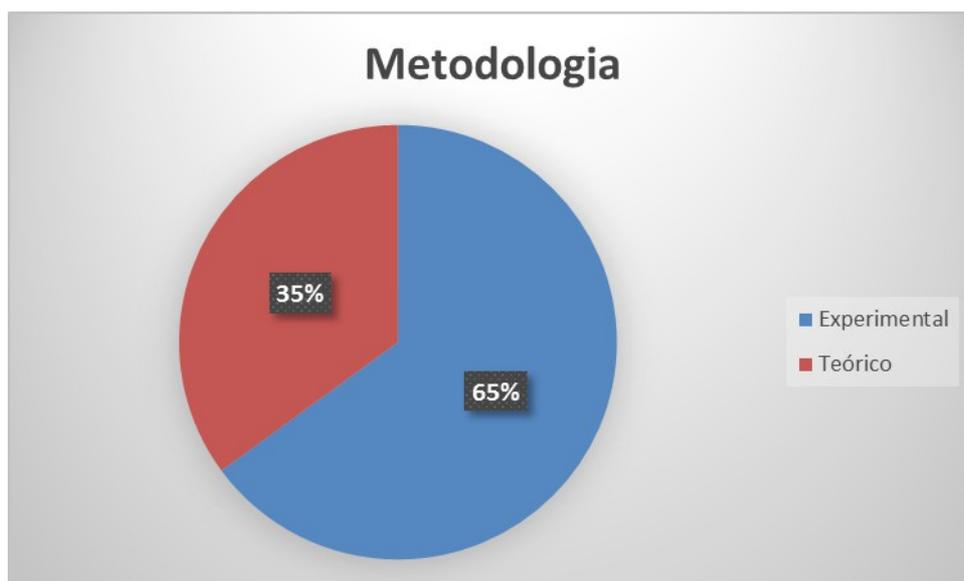
Essas instituições possuem, além dos programas de pós-graduação, núcleos de pesquisa com a participação de profissionais da área, alunos de graduação e pós graduação, o que contribuiu positivamente para a realização de grupos de pesquisa.

Na Universidade de São Paulo (USP), o autor que mais publicou foi Nelson Gouveia, sendo um artigo aparece como primeiro autor (Gouveia; Prado, 2010) e em outro artigo aparece como segundo autor (Habermann; Gouveia, 2014).

Na instituição Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a autora Sissino apareceu como primeira autora em 2 artigos. Já Ferreira, apareceu como terceiro autor em dois artigos.

No que tange a metodologia empregada nos estudos, a maioria foram de natureza experimental, como mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 5- Porcentagem dos tipos de metodologias empregadas nos estudos selecionados para amostra, no período de 2003 a 2017.



Fonte: Elaboração própria, 2017

Grande parte dos estudos (65%) baseou seus métodos em estudos experimentais. Dentro desse universo, a maioria dos estudos executou técnicas de monitoramento ambiental, considerando as matrizes solo e água.

Monitoramento ambiental é o conhecimento e acompanhamento sistemático da situação dos recursos ambientais dos meios físico e biótico, com o objetivo de recuperar, melhorar ou manter a qualidade ambiental. Esta se relaciona ao controle de variáveis ambientais, que se alteram, seja em função das ações antrópicas, seja em função de transformações naturais (BRASIL, 2009)

Dentro da metodologia, o delineamento da pesquisa também foi evidenciado, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 8- Frequência e porcentagem dos estudos, no período de 2003 a 2017, segundo delineamento da pesquisa.

Delineamento da pesquisa	f	%
Qualitativo	6	8
Quantitativo	32	41
Quali-quantitativo	36	47

Não discriminado	3	4
Total	77	100

Fonte: Elaboração própria, 2017

Entre os delineamentos, o que apresentou maior número foram os estudos quali-quantitativos, correspondendo a 47% da amostra. Seguido dos estudos quantitativos, sendo 41%. Dos estudos que utilizaram metodologia quali-quantitativa, mesclaram elementos da pesquisa quantitativa, como análise de dados estatísticos, padrões de qualidade, e elementos da pesquisa qualitativa como entrevistas e levantamento da literatura.

Segundo Minayo (1993), a relação entre o quantitativo e qualitativo não deve ser pensada de forma contrária. Os estudos quantitativos podem gerar questões para serem analisados qualitativamente e vice-versa.

Em seu estudo Corrêa *et al* (2011), utilizou métodos quali-quantitativos para avaliar o aterro sanitário como fator de risco para doenças respiratórias em crianças. Na abordagem qualitativa, foi aplicado um questionário respondido pelos moradores. Na abordagem quantitativa, a avaliação da associação entre cada uma das variáveis preditoras com a variável resposta, foi utilizado o *odds ratio* ajustado por meio da regressão logística.

O estudo citado acima corroborou com a afirmação de Minayo (1993), cuja afirmou que a associação dos tipos de metodologias fomentou a melhoria do entendimento dos dados e como eles podem ser comunicados para a sociedade em geral.

Os estudos na área de remediação de locais de disposição final de resíduos sólidos são normalmente de natureza quantitativa. A análise dos impactos ambientais e na saúde são geralmente analisados por meio de parâmetros e indicadores. Ferreira *et al* (2014) aplicaram parâmetros microbiológicos para analisar o fluxo e a qualidade da água consumida pelas famílias residentes no entorno do lixão desativado do município de Ji-Paraná-Rondônia.

Os métodos de pesquisa de natureza qualitativa, que foram minoria (6%), contribuíram para responder uma variedade de questões relacionadas à percepção de risco das pessoas em relação aos impactos causados pelas áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

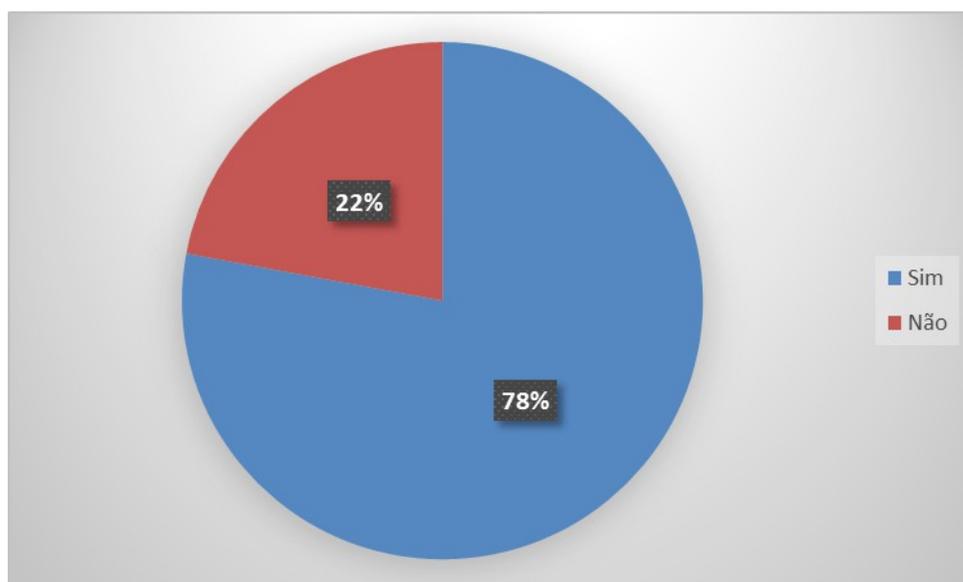
O propósito do método qualitativo é descrever, explorar e explicar o fenômeno que está sendo investigado, sendo assim, interpretar o evento sob o olhar de quem está vivenciando (SANDELOWSKI; BARROSO, 2002).

Com o intuito de conhecer a percepção da população perante a uma situação de risco, Guedes e Ribeiro (2017) abordaram e aplicaram técnicas que contribuíram para a análise e o entendimento do conflito ambiental em pauta, em nível macro, auxiliando com informações necessárias à tomada de decisão. Observou-se a falta de participação da população frente as questões do aterro controlado e seus impactos causados tanto no ambiente quanto à saúde.

A maioria dos estudos apresentou a abordagem utilizada. Porém, 4% não a discriminaram na metodologia. Isso concretizou um fator negativo, pois pôde prejudicar o entendimento dos resultados e a forma como esses dados foram comunicados para a sociedade em geral.

Referente às recomendações, o gráfico abaixo evidenciou o percentual de estudos que apresentaram ou não recomendações.

Gráfico 6- Porcentagem de estudos, do ano de 2003 a 2017, que apresentaram recomendações.



Fonte: Elaboração própria, 2017

Dentre os estudos analisados, 78% apresentaram recomendações. Sua maioria sugeriu trabalhos mais aprofundados no assunto, melhoria na fiscalização do monitoramento ambiental, cumprimento das legislações e normas vigentes.

As orientações tiveram como objetivo dar sugestões de como lidar com o problema estudado. Sendo de suma importância para parâmetros de estudos futuros (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007).

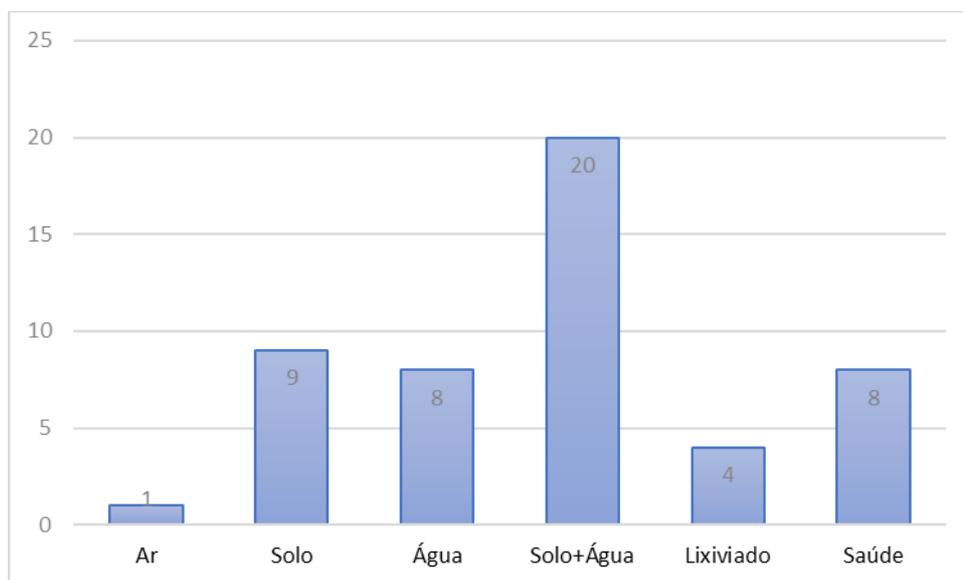
22% das pesquisas não explicitaram recomendações, apesar de apresentarem coerência entre os objetivos e a metodologia utilizada. Mesmo assim, os autores não fizeram sugestões para estudos futuros, podendo dificultar a aplicação dos resultados na prática.

5.4 Matrizes de análises

Após a amostra final para análise ter sido selecionada, foram estabelecidas matrizes de análise. As matrizes criadas foram: ar, solo, água, solo e água, lixiviado, saúde. Remediação e gerenciamento foram alocados como estratégias de intervenção.

O gráfico abaixo mostra a quantidade de artigos encontrados por matrizes de análise.

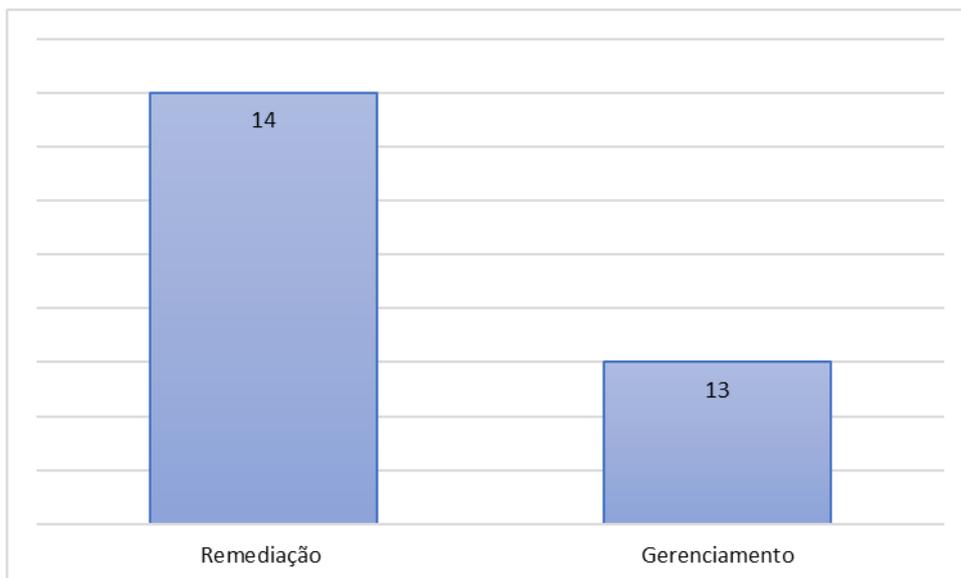
Gráfico 7- Artigos encontrados por matriz de análise



Fonte: Elaboração própria, 2017

Em relação às estratégias de intervenção, o gráfico a seguir mostra a quantidade de estudo relativos a cada categoria.

Gráfico 8- Artigos encontrados por estratégias de intervenção



Fonte: Elaboração própria, 2017

A matriz de análise deve conter informações sobre aspectos da investigação e permitir que o pesquisador tenha uma visão geral de dados relacionados a um desempenho de certos pontos. Esta serve de ferramenta de interpretação e construção da redação da revisão integrativa para os pesquisadores (KLOPPER; LUBBE; RUGBEER, 2007).

Cada matriz foi estabelecida através dos assuntos que foram mais evidenciados.

Dessa forma, o assunto mais abordado foi o impacto no solo e na água, com 20 publicações seguido de estudos que abordavam a remediação de áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos, com 14 publicações, e o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com 13 publicações.

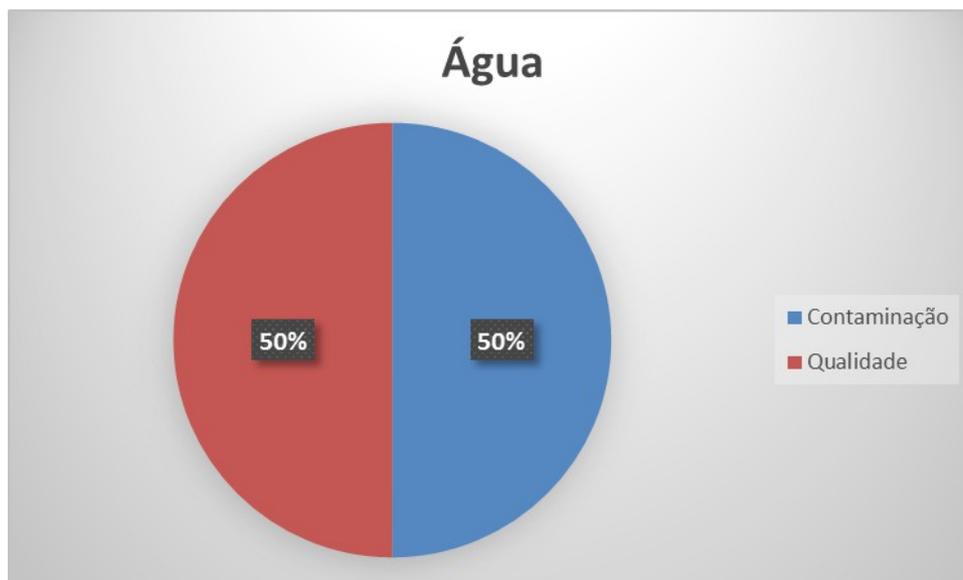
É importante destacar que na matriz “ar” foi encontrado um estudo relativo à tal impacto. Nesse estudo, Brito Filho (2005) analisou a emissão de gás em dois aterros, um ativo e outro desativado. Foi observada a presença de gases como CH₄, CO₂ e H₂S, mostrando que mesmo que o aterro tenha sido desativado, ainda apresentou uma alta produção de gases.

O autor ainda apontou os efeitos climáticos na produção de gases e a emanação de tais na atmosfera, indicando a importância de uma cobertura adequada no aterro, seja para um melhor controle dos gases, seja para evitar um possível efeito prejudicial à saúde dos seres vivos no ambiente.

Dentro das matrizes de análise, foram estabelecidas as temáticas mais abordadas de cada assunto. Na matriz de análise “água”, as temáticas determinadas foram: “contaminação” e “qualidade”.

O gráfico a seguir apresenta os artigos encontrados em cada temática.

Gráfico 9- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “água”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.



Fonte: Elaboração própria, 2017

Dentre os estudos relacionados a matriz água, 50% trataram da contaminação da mesma, decorrente de uma área de disposição final já desativada e 50% abordaram a qualidade da água desses locais.

Barbosa *et al* (2012) mostraram que um antigo lixão desativado, sem que tenha sido remediado posteriormente, influenciou diretamente na qualidade da água no entorno da área. O trecho que circundou o lixão, ficou comprometido por seu elevado grau de contaminação. Tal poluição foi atribuída à ocupação desordenada na área estudada, além da falta de infraestrutura das habitações, o que intensificou os impactos no rio. Desta forma, constatou-se que o rio sofreu forte impacto ambiental com a ocupação da população ribeirinha ao longo de suas margens e com a entrada clandestina de resíduos no lixão.

A contaminação das águas é um dos impactos diretos ocasionado por locais de disposição final já desativados. Betio e Santos (2016) concluíram que houve anomalias

na qualidade da água, indicando ser imprópria para consumo em lixão já desativado há mais de 10 anos. Enfatizaram que o estudo de caso mostrou que o simples aterramento e abandono, do antigo lixão de Rolândia – PR, não foi suficiente para sua recuperação natural. Pelo contrário, abandoná-lo ocasionou impactos ambientais que continuarão a se propagar por um longo período.

Ferreira *et al* (2014) também evidenciaram o impacto direto de um lixão desativado na qualidade da água. Detectou-se forte relação dos critérios construtivos com os resultados microbiológicos, onde 100% das propriedades apresentaram contaminação por coliformes totais. O fluxo da água subterrânea demonstrou direcionamento proveniente da área do lixão desativado para as residências estudadas, condicionando dessa forma uma alta vulnerabilidade dos corpos hídricos. Além disso, não houve um controle e um monitoramento dos possíveis impactos.

Em um cenário onde as áreas de disposição final desativadas foram remediadas ou sofreram algum processo de recuperação, os impactos nas águas subterrâneas também foram observados.

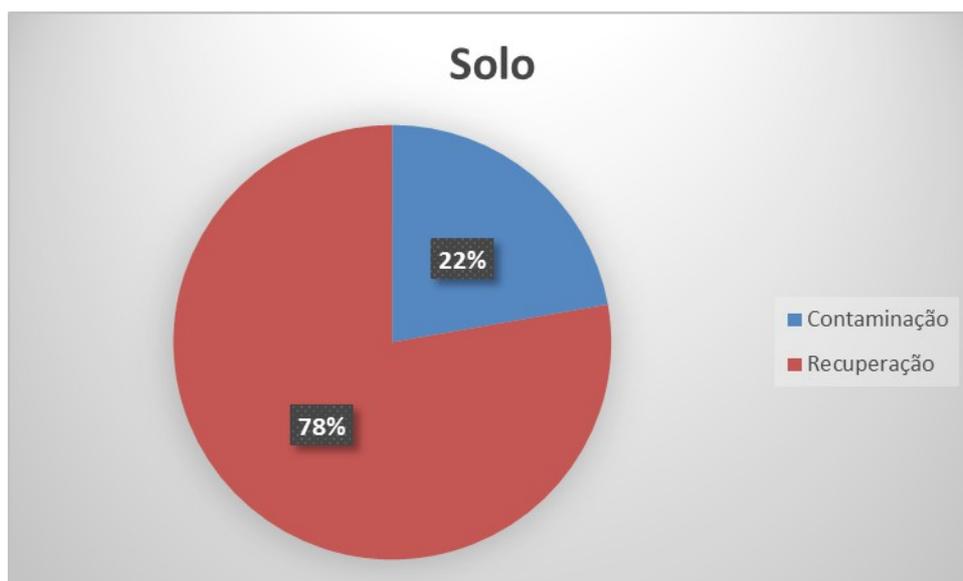
Melo *et al* (2016) apontaram que uma antiga área de disposição de RSU da cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, mesmo que desativada e minimamente recuperada, ainda assim, apresentou impacto nas águas subterrâneas.

Em um estudo realizado por Mondelli *et al* (2015), os autores avaliaram o monitoramento ambiental das águas subterrâneas do entorno do aterro de RSU de Bauru (SP). Concluiu-se que os seguintes parâmetros estavam acima ou fora dos limites adotados pela CETESB (2014): pH, fosfato total, DBO, Pb, Fe e Cr, em relação a padrões para consumo humano.

Rocha e Horbe (2006) discutiram a composição química da água do aquífero Alter do Chão na área do entorno de um lixão na cidade de Manaus. Comprovaram que a água estava comprometida para consumo humano na quase totalidade dos poços amostrados, decorrente aos elevados teores de Al, Fe, As, Cd, Pb, Sb e Se, dos compostos nitrogenados e também por contaminações pontuais de Mn e Zn.

Na matriz de análise “solo”, as temáticas abordadas foram: “contaminação” e “recuperação”. O gráfico abaixo mostra a porcentagem encontrada nas respectivas temáticas.

Gráfico 10- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “solo”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.



Fonte: Elaboração própria, 2017

78% dos estudos foram direcionados para a recuperação do solo impactado por áreas de disposição final de resíduos sólidos, e 22% dos estudos abordaram a sua contaminação.

A qualidade do solo na área de influência dos aterros deve atender aos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Os valores orientadores para solo e água subterrânea devem ser respeitados (CONAMA, 2009)

A melhoria contínua da qualidade do solo ou substrato de áreas degradadas sob processo de recuperação é considerado um fator essencial para promover a manutenção do crescimento vegetal e aumento da biodiversidade. Desta maneira, o monitoramento da qualidade do solo torna-se importante nos programas de recuperação de áreas degradadas, tendo em vista a necessidade de verificação da eficiência das intervenções propostas em propiciar a melhoria das funções produtivas e ambientais do solo (TAVARES et al., 2008).

Um estudo realizado por Melo *et al.* (2010) sobre monitoramento do solo contaminado por RSU na área de disposição antiga e recente do Aterro Invernadinha, concluiu que os resultados obtidos em relação aos dados anteriores demonstraram que a análise dos metais quando comparados com os valores de prevenção, apresentou contaminação para a maioria dos metais. Ainda segundo os autores, para os metais Cd,

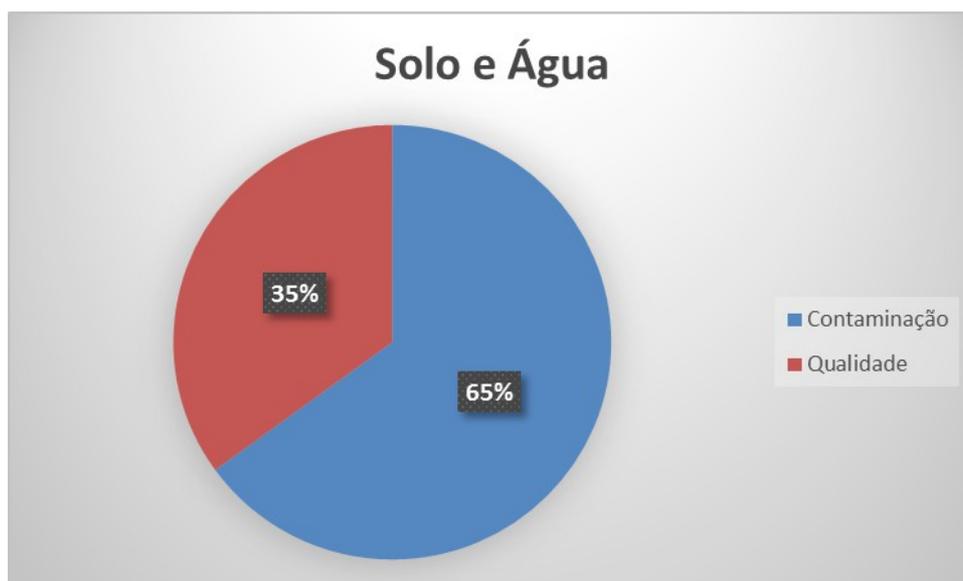
Cr e Pb apareceram em valores superiores aos estabelecidos pelo órgão fiscalizador, indicando a necessidade de monitoramento da área.

Machado *et al.* (2011) avaliaram o teor e a distribuição dos metais pesados níquel, cobre, zinco, cromo, cádmio e chumbo em diferentes profundidades no solo na área do antigo Aterro Invernadinha, situado no município de Passo Fundo/ RS. Os resultados indicaram que o solo se encontrou contaminado, entre os elementos selecionados para o estudo, Cu, Zn, Cr e Pb. Pelo menos em algum ponto amostrado apresentaram teores superiores aos padrões de referência. Os elementos em maior quantidade são o Zn, Cu e Cr, que na parte superficial do aterro ultrapassam os níveis de intervenção, conforme valores estabelecidos pela CETESB.

Lima (2015) avaliou a contaminação do solo do aterro remediado de Seropédica no que diz respeito aos metais pesados. Foram caracterizados o valor de pH e os níveis de alumínio, manganês, zinco, cádmio e chumbo no solo na área do entorno do aterro. A partir da análise química realizada através dos parâmetros citados anteriormente, constatou-se concentração acima do permitido em comparação com os valores referenciais para qualidade do solo, indicando contaminação em algumas amostras devido, provavelmente, à migração do lixiviado. A autora destacou ainda que, os teores detectados de zinco e cádmio nas amostras de solo coletadas, superaram os níveis de prevenção e investigação agrícola emitidos pela Resolução CONAMA 420/2009.

Na matriz de análise “água e solo”, as temáticas abordadas foram: “contaminação” e “qualidade”. A seguir, o gráfico apresentou os resultados encontrados em cada temática estabelecida.

Gráfico 11- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “solo e água”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.



Fonte: Elaboração própria, 2017

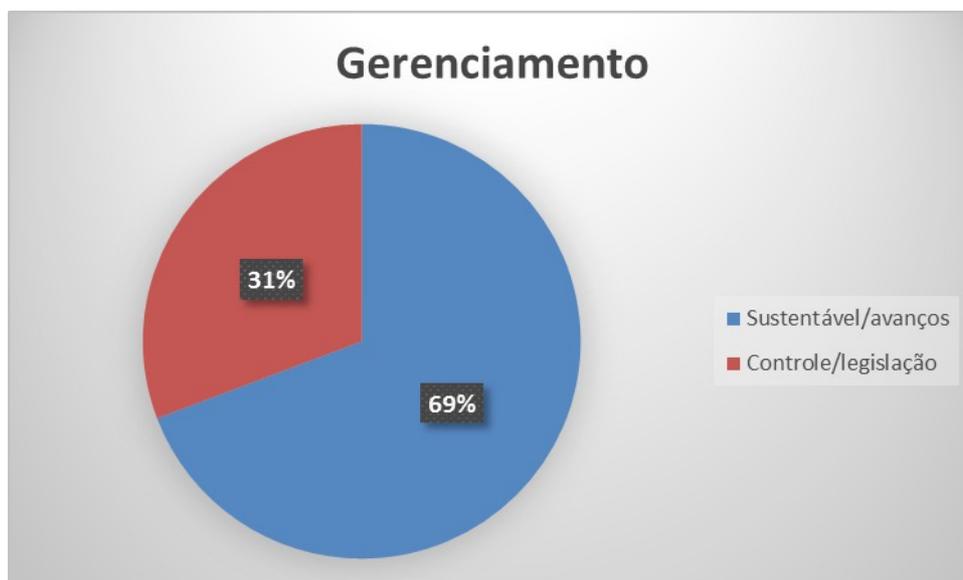
A maioria dos estudos selecionados para o presente estudo, direcionaram suas pesquisas nos impactos no solo e água, juntamente.

De Medeiros *et al* (2009) analisaram a situação do aterro desativado de Poço de Caldas (MG), e constataram que mesmo recebendo ações de recuperação apresentaram um risco de contaminação dos recursos hídricos, pela falta de sistema de drenagem pluvial e a possibilidade de o resíduo atingir a área de preservação permanente. Os resultados de análise química do solo apresentaram elevados teores de manganês, porém o principal problema referiu-se ao seu depauperamento, o que dificultaria a recuperação da área por meio de uma revegetação.

A contaminação da água e do solo, está diretamente relacionada com os metais pesados presentes nos resíduos. Nagalli (2005) confirmou a presença de chumbo no aquífero presente na região de um lixão desativado, onde a quantidade de chumbo encontrada foi 25 vezes superior ao permitido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. O autor defendeu que a fonte potencial seria a área de infiltração do lixiviado tratado, pois não haviam poços de monitoramento, muito menos um programa de acompanhamento, que garantiam a eficiência desta forma de disposição. Dessa forma, acarretou-se o comprometimento da utilização das águas subterrâneas e solo pelas gerações futuras.

Na estratégia de intervenção “gerenciamento” foi dividida nas temáticas “gestão sustentável/avanços” e “controle/legislação”. O gráfico seguinte apresentou os resultados encontrados nas temáticas estabelecidas.

Gráfico 12- Porcentagem de estudos encontrados na estratégia de intervenção “gerenciamento”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.



Fonte: Elaboração própria, 2017

De acordo com o artigo 3, inciso XI, da PNRS, a gestão integrada de resíduos sólidos foi definida como um conjunto de ações direcionadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar os aspectos econômico, político, ambiental, social e cultural sob o princípio do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010)

Portanto, a gestão integrada diz respeito às questões de estratégia, de modo a visar a priorização de ações em ordem: a redução na fonte, o reaproveitamento, o tratamento e a disposição final.

A gestão deve ser realizada nas esferas municipais, estaduais e federal. Porém muitos municípios e estados enfrentam dificuldades em gerenciar e administrar seus resíduos. Em detrimento de tal fato, sua gestão é executada sem que haja um planejamento e controle.

O quadro a seguir mostrou os Estados e a existência de seus respectivos planos estaduais de resíduos sólidos.

Quadro 9- Situação dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos nos Estados da Federação

Regiões	Planos Estaduais de Resíduos Sólidos		
	Existente	Em desenvolvimento	Não encontrado
Norte			
Acre	x		
Amazonas		x	
Amapá			x
Pará			x
Rondônia		x	
Roraima			x
Tocantins		x	
Nordeste			
Maranhão	x		
Piauí			x
Ceará			x
Rio Grande do Norte	x		
Pernambuco	x		
Bahia			x
Alagoas		x	
Sergipe		x	
Sudeste			
São Paulo	x		
Rio de Janeiro	x		
Espírito Santo			x
Minas Gerais			x
Centro Oeste			
Mato Grosso			x
Mato Grosso do Sul			x
Goiás			x
Sul			
Paraná		x	
Santa Catarina	x		
Rio Grande do Sul	x		

Fonte: SINIR, 2016

Observou-se que apenas 8 Estados apresentaram PERS existentes. A região mais prejudicada é a Centro Oeste, cujos os estados não apresentaram nenhum plano de gestão.

Nesse cenário de ausência de um plano de gestão integrada, Paulo (2012) realizou um estudo no qual analisou a questão da disposição final de resíduos sólidos urbanos no

município de Três Lagoas (MS). A autora mostrou que por muitos anos o município apenas nivelava uma área e estabelecia um local para o despejo dos RSU. Tal estudo evidenciou que a falta de gerenciamento dos RSU gerou danos ao solo em diversos pontos do município. O estudo também apontou a falta de registros dos antigos lixões, o que acarretou a utilização dessas áreas para fins residenciais.

De acordo com os dados do IBGE (2010), o Maranhão foi um dos estados que apresentou maior número de lixões ativos (207). Ao observar o quadro acima, notou-se que apenas o Maranhão possui um PERS. Um dos agravantes para a existência desses lixões, pode ser explicado pela ausência de um plano de gestão integrada. Pois sem as medidas e planejamento corretos, esses locais continuarão em atividade sem que haja a devida fiscalização.

Jacobi e Besen (2011) analisaram a gestão dos resíduos na cidade de São Paulo. Segundo o estudo, a cidade de São Paulo mostrou que o investimento da administração municipal não entrou em consonância com a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos urbanos quando se tratou dos resíduos domiciliares. Para os autores, essa problemática necessitou ser enfrentada em suas dimensões da sustentabilidade urbana, socioambiental e financeira.

Waldman (2013) em seu estudo explorou a questão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e os desafios de sua gestão. Argumentou que em algum momento a gestão dos RSU deve recorrer ao aterro ou mesmo aos incineradores. A partir de tal premissa, defendeu que uma gestão de excelência dos RSU, assim como qualquer outra modalidade de gerenciamento em nível administrativo, por mais aprimorada seja a tecnologia aplicada não pode dispensar bons operadores e equipes de trabalho respaldadas com boa capacitação.

A presença de fato do órgão estadual de controle ambiental, monitorando corretamente a destinação final dos RSU por meio de medidas de qualidade operacional das atividades de aterramento, diretamente coletado por seus técnicos, pode contribuir para um melhor diagnóstico da realidade ambiental nos municípios e proporcionar a necessária aproximação entre os diversos setores envolvidos (NETO, 2009)

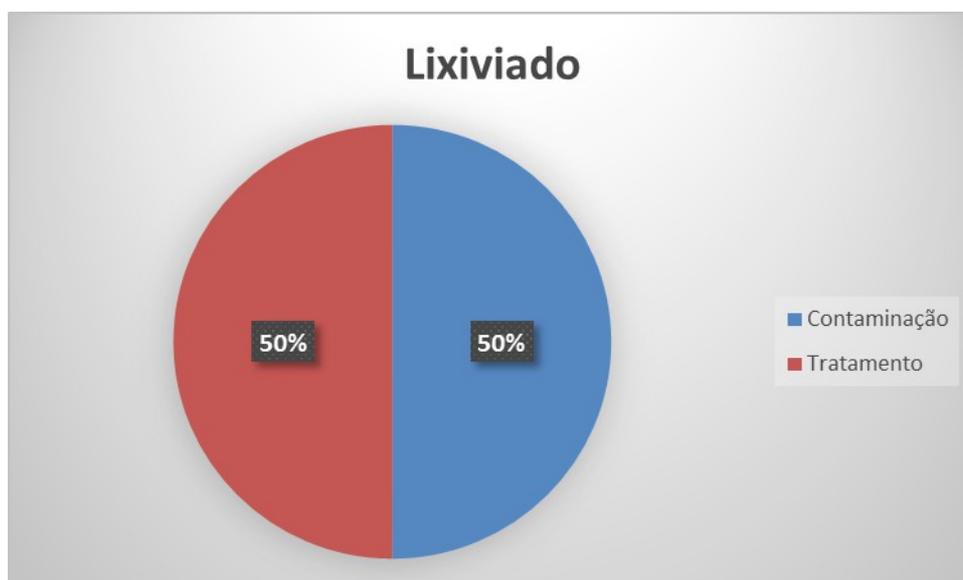
Melo *et al* (2009) afirmaram em seu estudo que a abordagem do gerenciamento de resíduos previu uma hierarquia onde deve ser dada preferência à não geração de resíduos, seguindo-se, dentro de possibilidades econômicas e tecnológicas, a

minimização, o reaproveitamento (reciclagem, recuperação e reuso) e somente após isto, o tratamento e a disposição final.

Os autores criaram cenários para o gerenciamento de RSU em Curitiba, alternativos ao existente. Esses cenários serviram como instrumentos para o norteamento de políticas e estratégias de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, como o objetivo de minimização de erros. Para que isso ocorra, o aperfeiçoamento das estatísticas e dos dados referentes à produção de resíduos deve ser contínuo.

As temáticas estabelecidas na matriz de análise “lixiviado” foram: “contaminação” e “tratamento”. A seguir, os resultados encontrados nas respectivas temáticas.

Gráfico 13- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “lixiviado”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.



Fonte: Elaboração própria, 2017

O potencial poluidor do lixiviado está relacionado aos altos valores de carga orgânica que apresenta, impactando a fauna e a flora nesses meios. Pode ainda haver a incorporação de substâncias dissolvidas ou em suspensão cujas características tóxicas apresentem risco de contaminação para os ecossistemas locais e à saúde humana (TCHOBANOGLOUS, 1993)

A partir dessa constatação, Ferreira Mannarino *et al* (2012) avaliaram, impactos do efluente do tratamento combinado de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico sobre a biota aquática. Os autores concluíram que o tratamento de

lixiviado de aterros de RSU combinado com esgoto doméstico revelou-se uma alternativa para reduzir os impactos causados pelos locais de disposição final de resíduos.

Ainda de acordo com o estudo, o tratamento de lixiviado realizado em estações de tratamento de esgotos apresentou vantagens operacionais para a gestão dos locais de destino final de resíduos. O baixo custo operacional comparado a outros tratamentos aplicados a lixiviados permitiu que o tratamento fosse realizado mesmo após o encerramento do aterro e possibilitou, na maioria dos casos, o atendimento à legislação de descarte de efluentes.

Moraes (2014) avaliou o passivo ambiental de um lixão desativado no município de Lages (SC). A autora tomou como referência a Resolução N° 430/11 do CONAMA, relativo às condições e padrões de lançamento de efluentes. Constatou que 43,33% dos pontos do antigo lixão onde o lixiviado foi coletado, não atenderam à resolução e, portanto, não poderiam estar sendo lançados no ambiente.

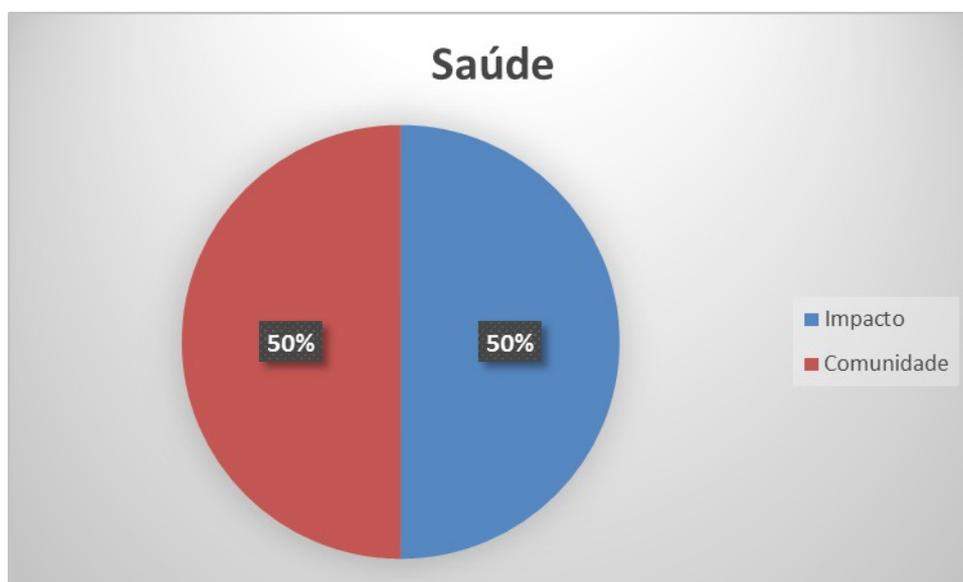
Posteriormente, a mesma autora citada acima realizou outro estudo para verificar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água de corpos hídricos do entorno e lixiviado proveniente de um lixão desativado do município de Lages-SC. Após três anos do último estudo, constatou-se que vários pontos de coleta do lixão apresentaram valor superior ao máximo permitido para o parâmetro de nitrogênio amoniacal, e, portanto não poderiam ser lançados em corpos receptores. Os resultados das análises do lixiviado indicaram que a fase de decomposição do lixão é predominantemente metanogênica (produção de metano) (MORAES et al, 2017).

Dentre os contaminantes presentes no lixiviado, destacam-se os metais pesados que, de acordo com o nível da sua concentração, poluem o solo, com a possibilidade de inibir a atividade de enzimas microbióticas e reduzir a diversidade da população da fauna e flora (CAVALLET *et al*, 2013)

Com o objetivo de investigar o passivo ambiental na área do aterro sanitário de Hidrolândia, GO, Barros *et al* (2015) avaliaram as características químicas do solo e do lixiviado do aterro do município. Foram detectados no local, os metais cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn), porém na amostra de líquido percolado (lixiviado), apenas o elemento ferro (Fe) foi detectado, com uma concentração de 33,00 mg.L.

Na matriz “saúde”, as temáticas abordadas foram: “impacto” e “comunidade”. Os resultados encontrados foram apresentados no gráfico abaixo.

Gráfico 14- Porcentagem de estudos encontrados na matriz “saúde”, no período de 2003 a 2017, segundo a temática.



Fonte: Elaboração própria, 2017

Os impactos à saúde relacionados aos locais de disposição de resíduos sólidos urbanos foram associados aos indivíduos que trabalham diretamente nesses locais e aos indivíduos que vivem no entorno.

Para analisar a degradação ambiental de um antigo lixão da Paraíba, Azevedo *et al* (2015) elaboraram um diagnóstico qualitativo da degradação ambiental na área do lixão. As espécies exóticas de animais, que se instalaram na área, foram caracterizadas como vetores de transmissão de doenças para os catadores, bem como para pessoas que vivem nas proximidades do lixão, pois o mesmo encontra-se instalado numa área bem próxima à zona urbana, como residências e pequenas indústrias (lava jato, queijeira, etc). Segundo relatos dos moradores do entorno do lixão, ocorreu uma grande incidência de baratas, moscas e fumaça, o que acarretou um gasto maior para a Secretaria de Saúde do Município.

Os impactos à saúde também foram destacados no estudo de Coimbra (2013), onde tais impactos foram avaliados em um local de disposição final de resíduos sólidos

urbanos. A autora constatou a presença de vetores biológicos nas residências do entorno do lixão. Além disso, identificou uma alta incidência de diarreia na mesma área.

Mahler *et al* (2015) buscaram avaliar a saúde de crianças moradoras no entorno de aterros de resíduos sólidos. De acordo com o estudo, Paracambi possuía um lixão localizado dentro da cidade, o que causava malefícios para a população, como mal cheiro, poeira, visual, etc, além dos possíveis danos à saúde. Constatou-se que os moradores apreenderam o lixão como causador de problemas respiratórios nas crianças. Tais resultados corroboraram com os dados epidemiológicos oficiais do município, ou seja, uma maior presença de problemas respiratórios na população quando comparado a outras cidades do estado do Rio de Janeiro.

A ocupação de antigas áreas de disposição de resíduos sólidos com a finalidade residencial acarreta problemas, diretamente e indiretamente, na saúde dos moradores.

A fim de mostrar tal fato, Fonseca *et al* (2015) analisaram a população que ocupava um lixão desativado em Camboinha II, no município de Cabedelo/PB. O estudo baseou-se em informações colhidas na Secretaria Municipal de Saúde de Cabedelo, nos anos de 2008 e 2009. Nesse período foram notificados no bairro de Camboinha quatro casos de Esquistossomose, verminose que atinge, principalmente, moradores de áreas carentes sem acesso a água potável e saneamento adequado e, que pode levar a problemas crônicos de saúde. E, ainda, segundo a Secretaria de Saúde, nos anos de 2004 a 2015 foram notificados 44 casos de dengue no bairro.

Isso se deu pelo fato que o lixão se encontrava-se próximo a um conjunto habitacional feito pela prefeitura, o que facilitou a disseminação de doenças e gerou prejuízo aos serviços de saúde que tiveram grandes gastos com seus tratamentos.

Os indivíduos que trabalham com resíduos sólidos urbanos estão expostos de uma forma ampliada aos riscos à saúde. Barbosa e Barbosa (2013) relacionaram a saúde de trabalhadores com a exposição ao lixo. A partir dos resultados obtidos, observou-se uma baixa qualidade de vida daqueles que trabalham diretamente ou indiretamente com o lixo, pois uma vez que a exposição ao resíduo contaminado ocorreu, todos os riscos à saúde voltaram a existir.

Nos estudos que abordaram a questão da remediação, os 14 encontrados propõem planos de recuperação e remediação para áreas já encerradas visando o mínimo de impactos ambientais e na saúde.

O encerramento das atividades dos aterros a céu aberto deve ser precedido de projetos de recuperação ambiental da área, bem como deve ser realizado um monitoramento da qualidade do solo, das águas superficiais e subterrâneas e do ar durante o tempo que durar o processo de liberação de gases e/ou de lixiviado (RAMOS, 2015)

O monitoramento é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar, qualitativa e quantitativamente, as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo.

Com base nesses levantamentos, o monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada. Também subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, além de auxiliar na definição de políticas ambientais (RAMOS; LUCHIARI JUNIOR, 2015).

Barrozo e Viana (2013) afirmaram que nas áreas de disposição de resíduos sólidos é relevante realizar o monitoramento do local, como maneira de evitar um possível deslocamento de contaminantes e implantar medidas de proteção e remediação da área.

Segundo Loureiro (2005) entendeu-se que um sistema de monitoramento de áreas de disposição final de resíduos consistiu em manter o controle da poluição do solo, da qualidade das águas, da qualidade do ar, dentre outros, considerando os potenciais impactos ambientais que podem ser gerados.

Para Jorge, Baptisti e Gonçalves (2004) o monitoramento ambiental de um aterro encerrado possuiu por objetivo identificar alterações nos padrões de qualidade ambiental dos solos e das águas subterrâneas e superficiais decorrentes da implantação e do período de operação do aterro.

Beli *et al* (2005) avaliaram a evolução do plano de recuperação, após quatro anos de desativação do antigo lixão no município de Espírito Santo do Pinhal – SP.

Constataram que após quatro anos de recuperação que as análises microbiológicas indicaram a contaminação da água por coliformes fecais, e a análise química do solo mostrou altos teores de cobre, ferro, manganês, zinco e matéria orgânica.

A fitorremediação é uma das alternativas mais utilizadas na recuperação e remediação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. Tal técnica usa plantas e a microbiota para extrair e ou reduzir a toxicidade de poluentes no solo, e é mais utilizada no tratamento de solo e água com substâncias inorgânicas (AZEVEDO *et al*, 2015)

Resende e Pinto (2013) utilizaram o desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. A partir dos resultados obtidos da recuperação da área do lixão de Inconfidentes, MG, concluiu-se que a técnica da muvuca (técnica onde se misturou as sementes de outras plantas) proporcionou melhores resultados, cuja pode ser utilizada para revegetar áreas de lixões com as características edafoclimáticas (solo e clima) que não sejam distintas das do local estudado.

É relevante destacar que as intervenções para a recuperação de áreas de disposição final de resíduos também incluem o controle/gestão ambiental e a ocupação do solo de maneira lógica, prática e economicamente viável.

Deste modo, junto com o processo de remediação, deve ser iniciada a implementação de um Programa de Gestão, seja do aterro sanitário revitalizado ou da área encerrada, compreendendo a drenagem de lixiviado, águas pluviais e gases (ALBERTE *et al*, 2005)

Moraes *et al* (2017) ao analisarem os parâmetros físico-químicos de um antigo lixão desativado em Lages (SC), verificaram que através dos resultados obtidos, as medidas de recuperação realizadas após a desativação, não foram suficientes para reduzir os danos ao ambiente mesmo após sete anos de sua desativação.

Portanto nesse subitem foram discutidos artigos mais relevantes da temática.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica acerca dos conflitos existentes nos locais de disposição final de RSU desativados e/ou remediados e seus impactos no ambiente e na saúde pública. A elaboração da presente pesquisa permitiu analisar o panorama de disposição final e desativação/remediação no país.

Através da pesquisa documental de planos, leis e normas constatou-se que no Brasil a utilização de lixões se configura como uma realidade. Isso mostrou que a legislação não está sendo executada e que não há fiscalização adequada para o correto cumprimento da mesma. A presença de locais irregulares de disposição final de RSU acarretou em diversos impactos nos lençóis freáticos, contaminação do solo e da água, e proliferação de vetores e doenças, além dos impactos causados nos trabalhadores e das pessoas que residiam no entorno do local.

A desativação e remediação dessas áreas ainda é um desafio nos dias atuais. O principal entrave se concentra no fato que o Brasil não possui uma legislação específica no que diz respeito à remediação de lixões e aterros sanitários. A ausência de normas e regulações mais específicas influencia diretamente nos impactos ambientais. Sem a devida fiscalização propicia a presença de locais apenas desativados sem que haja a remediação e monitoramento adequados.

A revisão da bibliografia permitiu apontar e analisar os impactos causados por essas áreas. Ficou claro que a remediação de tais locais não garantiu a erradicação dos danos no ambiente e na saúde pública. Com isso, corroborou-se a afirmação que não há uma devida fiscalização técnica.

Evidenciou-se um limite das bases de dados e na quantidade de estudos na temática abordada no presente trabalho. Isso se configurou como um entrave para análise dos resultados, pois ao limitar o escopo de pesquisas pouco pode-se aplicar os dados.

A revisão também mostrou uma escassez de estudos teóricos, sendo produzido em sua grande maioria, estudos de caráter experimental. Pesquisas teóricas são de suma importância para o embasamento de trabalhos futuros, visto que a teoria é que embasa a prática. Dessa forma, os estudos tornam-se insatisfatórios para análises de tal questão.

O presente trabalho explicitou a concentração de pesquisas e estudos alocados na Região Sudeste e Sul, uma baixa realização nas Regiões Norte e Nordeste. Justamente onde se encontraram a maior presença de lixões ainda em ativa. Com isso, mostra-se a necessidade de maiores investimentos, interesses e instrumentos necessários para elaboração de pesquisas relevantes.

A questão da falta de justiça ambiental e negligência em casos de impactos e acidentes ambientais pode ser consequência do mal gerenciamento e fiscalização de tais impactos, afetando diretamente ambiente e saúde pública.

Dessa maneira, o presente estudo evidenciou a problemática dos RSU no país e como configurou-se em um desafio a ser vencido. A principal chave para a resolução de tal problema encontra-se na gestão integrada e eficiente desses resíduos.

Em decorrência dos resultados obtidos, sugere-se a continuidade de estudos teóricos na questão de remediação e desativação de locais de disposição final de RSU. A melhoria na fiscalização dos locais, a capacitação técnica de profissionais da área e elaboração de legislações específicas no que diz respeito à remediação de aterros e lixões também seriam uma forma de minimizar os impactos tanto ao ambiente quanto à saúde pública.

REFERÊNCIAS

ALBERTE, Elaine Pinto Varela; CARNEIRO, Alex Pires; KAN, Lin. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência–Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III**, n. 5, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma NBR 8419. Rio de Janeiro, 1992.

BARBOSA, Bárbara Chaves et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM TRECHO DO RIO COCÓ SOB POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO LIXÃO DESATIVADO DO JANGURUSSU FORTALEZA/CE. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2012.

BARBOSA, KEVAN GUILHERME NÓBREGA; BARBOSA, AYLÁ CRISTINA NÓBREGA. O impacto do lixo na saúde e a problemática da destinação final e coleta seletiva dos resíduos sólidos. **Polêm! ca**, v. 13, n. 3, p. 1372-1383, 2014.

BARROS, Rosana Gonçalves; DIAS, Pâmela Pereira; ARAÚJO, Vanessa Kelly Alves. Investigação de passivo ambiental na área do aterro controlado de Hidrolândia, GO. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 19, n. 3, p. 73-82, 2015.

BARROZO, F.; VIANA, E. Análise do Passivo Ambiental do Lixão Desativado de Carapicuíba – SP. In: III CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013, São Paulo. **III CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**, 2013.

BELI, Euzebio et al. Recuperação da área degradada pelo lixão areia branca de Espírito Santo do Pinhal–SP. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 135-138, 2005.

BETIO, Monielen Monara; DOS SANTOS, Maurício Moreira. CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR LIXÕES DESATIVADOS: AVALIAÇÃO DA ANTIGA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ROLÂNDIA–PR. **Águas Subterrâneas**, 2017.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; DE ALMEIDA CUNHA, Cristiano Castro; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRASIL. Casa Civil. Lei 12305 de 2 de Agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acessado em 13/08/2017

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa Nacional do Meio Ambiente II PNMA II - Fase 2 2009 – 2014. Brasília, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/web/guest/observatorio-de-lixoes>. Acessado em 15/01/2018.

BRASIL. Lei nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acessado em outubro de 2017.

BRASIL. Lei, Nº. 8.080, de 19 de setembro de 1990. **Presidência da República do Brasil. Available on: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis L](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L_8080.htm)**, v. 8080, 1990. Acessado em outubro de 2017.

BRASIL, Lei Nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art**, v. 21, p. 9433-97, 2010.

BRASIL. Lei, Nº. 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da cidade**.

CAVALLET, Luiz Ermindo; GARCIA DE CARVALHO, Sebastião; FORTES NETO, Paulo. Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 8, n. 3, 2013.

CERVO, Amado Luiz. BERVIAN, Pedro Alcino. SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**, v. 6, 2007.

COIMBRA, Juliana Baptista et al. Avaliação de impactos na saúde ocasionados pela destinação final de resíduos sólidos: o lixão e a unidade de triagem e compostagem como cenários de exposição. 2013.

CORRÊA, Carlos Roberto Silveira et al. O aterro sanitário como fator de risco para doenças respiratórias em crianças. **J Pediatr**, v. 87, n. 4, p. 319-324, 2011.

COSTA, M.S.S.M.; LORIN, H.E.F. ; COSTA, L.A.M. ; CESTONARO, T. ; PEREIRA, D.C. ; BERNARDI F.H. Performance of four stabilization bioprocesses of beef cattle feedlot manure. *Journal Environ. Manage.*, 181 (2016), pp. 443-448.

DE AZEVEDO, Pollyana Bezerra et al. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 20-34, 2015.

DE BRITO FILHO, Luiz Fernandes. **Estudo de gases em aterros de resíduos sólidos urbanos**. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. 2005

DE MEDEIROS, Gerson Araujo et al. DIAGNÓSTICO DO ATERRO DO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS, NO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL. 2009.

DE MORAES, José Laécio. Dificuldades para o aproveitamento energético de resíduos sólidos através da incineração no Brasil. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, v. 6, n. 3, p. 173-180, 2015.

DE RESENDE, Luana Auxiliadora; PINTO, Lilian Vilela Andrade. Emergência e desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 1, 2013.

DIAZ, Luis F. et al. **Solid waste management for economically developing countries**. ISWA, 2015

ERTHAL NETO, Ernesto Luiz. **Destinação final dos resíduos sólidos urbanos no estado do Rio de Janeiro e a aplicação dos instrumentos de regulamentação e controle ambiental: uma abordagem crítica**. Tese de Doutorado. 2006

FERREIRA MANNARINO, Camille et al. Avaliação de impactos do efluente do tratamento combinado de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico sobre a biota aquática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, 2013.

FERREIRA, Raissa Fonseca et al. Análise microbiológica e direção do fluxo subterrâneo do lixão desativado em Ji-Paraná, Rondônia. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 3, n. 1, p. 37-46, 2014.

Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento (FUNASA). Ministério da Saúde. 3ª Edição. COEDE/ASPLAN/FNS. Gerência Técnica de Editoração; 2007.

GARCIA FRANÇA, Rosiléa; RODRIGUES RUARO, Édina Cristina. Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos na região da Associação dos Municípios do Alto Irani (AMAI), Santa Catarina. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, 2009.

GÓMEZ, Carlos Minayo; MINAYO, Maria Cecília de Souza. Enfoque ecossistêmico de saúde: uma estratégia transdisciplinar. **InterfaceHS**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2006.

GUEDES, Maria Josicleide Felipe; RIBEIRO, Márcia Maria Rios. Aplicação de metodologias de análise de conflito ambiental ao aterro sanitário de Puxinanã (PB). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 1, 2017.

GUTBERLET, Jutta. O CUSTO SOCIAL DA INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: RECUPERAÇÃO DE ENERGIA EM DETRIMENTO DA SUSTENTABILIDADE. *Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL*, 2011, Costa Rica II Semestre, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008*.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JORGE, F. N.; BAPTISTI, E.; GONÇALVES, A. Monitoramento em aterros sanitários nas fases de encerramento e de recuperação: desempenhos mecânico e ambiental. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS - RESID'2004, 2004, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ABGE, 2004. Disponível em: <<http://etg.ufmg.br/~gustavo/geotecniaaplicada/p7.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2013.

KLOPPER, R.; LUBBE, S.; RUGBEER, H. The matrix method of literature review. *Alternation*, Cape Town, v. 14, n. 1, p. 262-276, 2007.

LANZA, Vera Cristina Vaz. Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. **Vera Cristiana Vaz Lanza.–Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro**, 2010

LIMA, Andreia Nogueira. **Análise do monitoramento da contaminação ambiental do solo do aterro de resíduos sólidos urbanos encerrado de Seropédica**. 2015.

LOUREIRO, S. M. **Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos – IQS**. 2005. 489f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Doutorado.

MACHADO, P.A.L. *Direito ambiental brasileiro*. 5ª ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1995. 696p.

MAHLER, Claudio Fernando; TAQUETTE, Stella Regina; ALMEIDA, Julia Righi. Avaliação da saúde de crianças moradoras no entorno de aterros de resíduos Um estudo qualitativo. **CIAIQ2015**, v. 4, 2015.

MAVROPOULOS, Antonis; ISWA, STC; SA, CEO EPEM. *Megacities Sustainable Development and Waste Management in the 21 st Century*. 2015.

MELO, E. E. C. de; NASCIMENTO, C. W. A. do; SANTOS, A. C. Q.; SILVA, A. S. da. Disponibilidade e Fracionamento de Cd, Pb, Cu e Zn em função do pH e Tempo de Incubação com o Solo. **Ciência Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 776-784, maio/jun., 2010.

MELO, Evanisa Fátima Reginato Quevedo; ANDRADE, Leonardo Capeleto; MAGRO, Francisco Gerhardt. Histórico e diagnóstico da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos da cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil History and diagnosis of the old area of municipal solid waste disposal of in the city of Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil. **AMBIÊNCIA**, v. 12, n. 4, p. 901-914, 2016.

Melo, L.A; Sautter, K.D; Janissek, P.R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. *Eng Sanit Ambient.* v.14 n.4, p. 551-558, Out/dez 2009

MINAYO, Maria Cecilia de S.; SANCHES, Odécio. Quantitative and qualitative methods: opposition or complementarity?. **Cadernos de saúde pública**, v. 9, n. 3, p. 237-248, 1993.

MONDELLI, Giulliana; GIACHETI, Heraldo Luiz; HAMADA, Jorge. Avaliação da contaminação no entorno de um aterro de resíduos sólidos urbanos com base em resultados de poços de monitoramento. **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**, v. 21, p. 169-182, 2016.

MONDELLI, Giulliana; GIACHETI, Heraldo Luiz; HAMADA, Jorge. Avaliação da contaminação no entorno de um aterro de resíduos sólidos urbanos com base em resultados de poços de monitoramento. **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**, v. 21, p. 169-182, 2016.

MONTEIRO, José Henrique Penido. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. 2001.

MORAES, Caroline Linke et al. Avaliação do passivo ambiental lixão desativado do município de Lages SC. 2014.

MORAES, Caroline Linke et al. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA E DO CHORUME NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO LIXÃO DESATIVADO DO MUNICÍPIO DE LAGES-SC. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 149-164, 2017.

NAGALLI, André. Diagnóstico e avaliação dos impactos ambientais de aterros de disposição de resíduos no Estado do Paraná: estudo de caso dos Municípios de Jacarezinho e Barra do Jacaré. 2005.

NEPPI, D. M. L.; MANCA, R. S.; BELI, E. Plano de fechamento do aterro em valas do Município de Santo Antônio do Jardim - São Paulo. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 7, n. 4, p. 055-072, out. /dez. 2010.

NIELSEN, N. Ole. Ecosystem approaches to human health. **Caderno de NÓBREGA, C. C. et al. Impacto de um lixão desativado na qualidade das águas subterrâneas locais. SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESÍDUOS**, v. 1, 2008.

OLIVEIRA, M. M. Como fazer pesquisa qualitativa. Petrópolis, Vozes, 2007.

OLIVEIRA, Selene de; PASQUAL, Antenor. Avaliação de parâmetros indicadores de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário. **Engenharia sanitária e ambiental**, p. 240-249, 2004.

OLIVEIRA, Sheila Cristina Macário; et al. Bibliometria em artigos de contabilidade aplicada ao setor público. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 20., 2013, Uberlândia. Anais.... São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, 2013.

PAULISTA, P.; CAMPOS, D.; TURRIONI, J. Análise Bibliométrica da Gestão do Conhecimento. ENEGEP, São Carlos, 2010.

PAULO, Sirlene Rodrigues. **A evolução da questão da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no município de Três Lagoas-MS**. 2012. Dissertação de Mestrado.

PILON, André Francisco. Construindo um mundo melhor: abordagem ecossistêmica da qualidade de vida. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 19, n. 2, 2006.

RAMOS, N. P.; LUCHIARI JUNIOR, A. **Monitoramento ambiental**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2015.

RAMOS, Naiara Francisca et al. Proposição de metodologia para apoio à decisão para a recuperação de área degradada por disposição irregular de resíduos sólidos urbanos. 2016.

RESOLUÇÃO CONAMA. 396/2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**.

SANDELOWSKI, Margarete; BARROSO, Julie. Finding the findings in qualitative studies. **Journal of nursing scholarship**, v. 34, n. 3, p. 213-219, 2002.

SASSO DE LIMA, Telma Cristiane; TAMASO MIOTO, Regina Célia. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálisis**, v. 10, 2007.

Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(Suplemento):69-75, 2001.

SOUTO, G. D. B.; POVINELLI, Jurandy. Características do lixiviado de aterros sanitários no Brasil. In: **Annals of the 24th Brazilian Congress of Sanitary and Environmental Engineering, Belo Horizonte, MG, Brazil**. 2007. p. 2-7.

TAVARES, S. R. de L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Sílvio Roberto de Lucena Tavares ... [et al.]. -- Dados eletrônicos. -- Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.: il. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 103).

TCHOBANOGLIOUS, George et al. **Integrated solid waste management engineering principles and management issues**. 1993.

VILHENA, A. (coord.). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 3. Ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

WALDMAN, Maurício. Lixo domiciliar brasileiro: modelos de gestão e impactos ambientais. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 33, n. 2, 2013.

ZANTA, V. M.; MARINHO, M. J. M. R.; LANGE, L. C.; PESSIN, N. Capítulo 1 – Resíduos Sólidos, Saúde e Meio Ambiente: Impactos Associados aos Lixiviados de Aterro Sanitário. In: Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. **Castilhos Jr., A.B. (Coordenador)**. Rio de Janeiro: ABES, 2006, 494p. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Prosab_lixo.zip>. Acesso em: 11 de set. de 2017