

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS  
AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATERROS  
SANITÁRIOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Luciana Porciuncula**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

# **IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATERROS SANITÁRIOS**

**Luciana Porciuncula**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Organizações Públicas, Área de Concentração em Sistemas de Gestão e Estruturas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Gestão de Organizações Públicas**.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Marivane Vestena Rossato**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**



**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Sociais e Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Administração**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS  
ASSOCIADOS A ATERROS SANITÁRIOS**

elaborada por  
**Luciana Porciuncula**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Gestão de Organizações Públicas**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Marivane Vestena Rossato, Dra.**  
(Presidente/Orientadora)

**Daniel Arruda Coronel, Dr. (UFSM)**

**Andrea Cristina Dorr, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, 16 de julho de 2014.

*Dedico à minha família, em especial  
aos meus pais, Enédia e Nilton.*

## AGRADECIMENTOS

“O tempo nos faz esquecer/ o que nos trouxe até aqui/ mas eu lembro muito bem como se fosse amanhã...” (HG)

O tempo passou mais depressa que o normal. A correria foi enorme, mas valeu a pena. Foram milhares de quilômetros percorridos. Tantas leituras, tantos artigos, mas também, tantas histórias, tantas pessoas. Todos que participaram deste pedaço da minha história sabem da sua colaboração e importância. Por isso, agradeço a todos aqueles que compartilharam momentos, discussões e conhecimentos desde o início do mestrado: à minha família, Nilton, Enédia, Juliana, Eliana, Junior, João, Ana, Bernardo, cunhados e demais familiares; ao João novamente, que compartilhou conhecimentos importantes para que pudesse dar andamento à dissertação; aos amigos; aos meus colegas de trabalho, da Prefeitura e da Unicruz; aos colegas de mestrado, uma turma especial, que sem dúvida, fizeram toda a diferença; aos professores e funcionários do PPGA; e, à minha orientadora, professora extremamente competente e paciente, que sempre deu atenção especial ao trabalho, onde sem esta, não chegaríamos ao resultado esperado: Obrigada pela oportunidade!

A todos, Muito Obrigada!

“Não há alternativa  
É a única opção  
Unir o otimismo da vontade  
E o pessimismo da razão  
Contra toda expectativa  
Contra qualquer previsão  
Há um ponto de partida  
Há um ponto de união  
Sentir com inteligência,  
Pensar com emoção!”  
(Humberto Gessinger)

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Administração  
Universidade Federal de Santa Maria

# IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATERROS SANITÁRIOS

AUTORA: LUCIANA PORCIUNCULA  
ORIENTADORA: Profª. Dra. MARIVANE VESTENA ROSSATO  
Local e Data da Defesa: Santa Maria, 16 de julho de 2014.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar e avaliar os impactos ambientais associados à construção de Aterros Sanitários Municipais, de conformidade com as normas técnicas. A pesquisa classifica-se como qualitativa, com a realização de análise documental, pesquisa bibliográfica e de levantamento. Foram avaliados os impactos ambientais associados às principais atividades relacionadas a Aterros Sanitários Municipais, propostas por Sánchez (2008), utilizando-se de uma Matriz de Interação e do método “*Ad hoc*”. Com os dados gerados, foram identificadas as atividades dos Aterros Sanitários de maior potencial impactante sob o aspecto negativo, para então, com o emprego de Redes de Interação, serem averiguados os prováveis impactos ambientais negativos em cadeia, bem como, propostas medidas mitigadoras a estes impactos. A atividade que mais apresentou impactos de caráter negativo sobre os compartimentos ambientais foi a Implantação do canteiro de obras, seguida da atividade de Remoção da vegetação. Ambas as atividades fazem parte da fase de Implantação: Atividades preparatórias de um Aterro Sanitário, confirmando o resultado obtido na avaliação de impactos ambientais da Matriz de Interação, onde esta fase apresentou a maior possibilidade de impactos ambientais negativos sobre os compartimentos ambientais. Para todos os prováveis impactos ambientais negativos foram elencadas, pelo menos, uma medida mitigadora, sendo que as mais recorrentes foram a Implantação da cortina vegetal, o Plantio de gramíneas e bermas nos taludes, o Recobrimento do lixo com terra e, a Instalação de sistemas de drenagem e manta impermeável. Este estudo serve como ferramenta para os gestores públicos municipais, especialmente pela importância de se implantar as medidas mitigadoras que foram propostas, atendendo aos impactos ambientais negativos.

**Palavras-chave:** Impactos Ambientais. Aterros Sanitários Municipais. Medidas Mitigadoras.

## ABSTRACT

# IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS ASSOCIATED TO LANDFILLS

AUTHOR: LUCIANA PORCIUNCULA

ADVISOR: Prof. Dr. MARIVANE VESTENA ROSSATO

Place and Date of the Defense: Santa Maria, July 16<sup>th</sup>, 2014.

This study was developed with the aim of identifying as well as assessing the environmental impacts associated to the construction of Municipal Landfills, according to technical standards. The research is classified as qualitative, carrying out documentary analysis, bibliographic research and data collection. The environmental impacts associated to the main activities related to Municipal Landfills, which were proposed by Sánchez (2008), were evaluated making use of an Interaction Matrix and the “*Ad hoc*” method. With the collected data, the activities in the Landfills which represented greater impact potential were identified under the negative aspect, so as to verify, with the use of Interaction Networks, the probable negative chain environmental impacts as well as the proposal of mitigating measures for these impacts. The activity which presented more negative impacts on the environmental compartments was the Implementation of the construction site, followed by the vegetation Removal activity. Both activities are part of the Implementation phase: Preparatory activities for a Landfill, confirming the obtained result in the assessment of environmental impacts in the Interaction Matrix, where this phase presented the greatest possibility of negative environmental impacts on the environmental compartments. For all the probable negative environmental impacts, at least one mitigating measure was selected, and the most recurrent ones were the Implementation of a vegetation curtain, planting of grass and curbs on the slopes, covering the garbage with earth and, the installation of draining systems and waterproof coating. This study works as a tool for the municipal government agents, especially due to the importance of implementing the mitigating measures which were proposed, minding the negative environmental impacts.

**Key words:** Environmental Impacts. Municipal Landfills. Mitigating Measures.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Municípios, segundo a destinação final dos resíduos domiciliares e/ou públicos – Brasil – 2008 .....	25
Figura 2	Aterro Sanitário .....	27
Figura 3	Perfil esquemático de Aterro Sanitário em rampa .....	28
Figura 4	Mapa do destino final dos RSU por municípios no RS .....	30
Figura 5	Processos de tratamento de resíduos .....	31
Figura 6	Diagrama de interação indicando algumas consequências sociais da implantação de um grande projeto .....	38
Figura 7	Mapa temático do Tipo de Vegetação, Declividade do Terreno e Solos .....	39
Figura 8	Transformação dos Mapas Temáticos em informações numéricas .....	40
Figura 9	Mapas de aptidão/restrrição da área .....	40
Figura 10	Fluxograma de Atividades para Avaliação de Impacto Ambiental o Estado de São Paulo .....	45
Figura 11	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Solo .....	54
Figura 12	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Água .....	55
Figura 13	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Ar .....	57
Figura 14	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Flora .....	58
Figura 15	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Fauna .....	59
Figura 16	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Microorganismos .....	60
Figura 17	Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Homem .....	61
Figura 18	Gráfico das Atividades que geram Impactos Ambientais negativos sobre os compartimentos ambientais .....	63
Figura 19	Rede de Interação da Atividade de Implantação do canteiro de obras em um Aterro Sanitário .....	66
Figura 20	Rede de Interação da Atividade de Remoção da Vegetação em um Aterro Sanitário .....	68
Figura 21	Rede de Interação da Atividade de Deslocamento das máquinas em um Aterro Sanitário .....	69

Figura 22	Rede de Interação da Atividade de Escavações para preparação de células em um Aterro Sanitário .....	70
Figura 23	Rede de Interação da Atividade de Descarga dos caminhões de lixo em um Aterro Sanitário .....	71
Figura 24	Rede de Interação da Atividade de Estocagem de bens e insumos em um Aterro Sanitário .....	72
Figura 25	Rede de Interação da Atividade de Compactação do solo do fundo das células em um Aterro Sanitário .....	73
Figura 26	Rede de Interação da Atividade de Circulação de Caminhões em um Aterro Sanitário.....	74
Figura 27	Rede de Interação da Atividade de Execução das desapropriações em um Aterro Sanitário .....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Destino (%) dos RSU em países selecionados .....	29
Tabela 2 -	Classificação quantitativa de impactos ambientais .....	48

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Extrato da lista de verificações das características ambientais.....	37
Quadro 2 - Principais fases componentes de um Aterro Sanitário.....	42
Quadro 3 - Avaliação Qualitativa e Quantitativa de Impactos Ambientais Associados a Aterros Sanitários .....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
AS	Aterros Sanitários
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FEE	Fundação de Economia e Estatística
FEPAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LP	Licença Prévia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RS	Rio Grande do Sul
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TCE/RS	Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	15
1.1 Tema e Delimitação do Problema da Pesquisa .....	16
1.2 Objetivos .....	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos .....	18
1.3 Estrutura do trabalho.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	20
2.1 Resíduos Sólidos Urbanos.....	20
2.2 Impactos Ambientais.....	32
2.2.1 Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais .....	34
2.2.2 Atividades Impactantes Associadas à Construção de Aterros Sanitários ..	41
3. METODOLOGIA.....	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	77
REFERÊNCIAS .....	80

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico, a inserção de novas tecnologias no mercado e o aumento do consumo associado à falta de conscientização, contribuem diretamente para um problema enfrentado na maioria das cidades: a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, gerados pela população.

No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), a disposição dos resíduos sólidos apresenta um cenário com três tipos de alternativas: vazadouros a céu aberto (lixões), aterros controlados e aterros sanitários. As três alternativas são consideradas empreendimentos impactantes, ou seja, provocam alterações no meio ambiente. Segundo Silva (1999, p. 16), o meio ambiente pode ser definido como “a relação de todos os fatores que afetam diretamente o metabolismo ou o comportamento de um ser vivo como, por exemplo, fatores ambientais abióticos ou sem vida”.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada pelo IBGE (IBGE, 2008) apresenta o destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino, no período de 1989-2008. No entanto, este vem se modificando com o passar dos anos, pois inicialmente a maioria da destinação ocorria para vazadouro a céu aberto, isto é, a destinação para aterros controlados e aterros sanitários começou a ganhar espaço. Estas são formas de destinação de resíduos sólidos urbanos, menos prejudiciais ao meio ambiente que os vazadouros a céu aberto.

Os vazadouros a céu aberto podem ser conceituados, conforme a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2006), como “local de disposição no qual os resíduos são depositados diretamente sobre o solo, podendo ocasionar contaminação do solo, das águas subterrâneas e superficiais através do líquido percolado e do contato com os próprios resíduos”. Já o aterro sanitário se constitui em um “local de disposição de resíduos sólidos urbanos com mínimos impactos ambientais e danos à saúde e à segurança pública”. E, o aterro controlado é um local que utiliza a “técnica de recobrimento dos resíduos com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Apesar da cobertura periódica dos resíduos, na prática, o aterro controlado equivale a um lixão “melhorado”.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) (IBGE, 2008), em grande parte das Regiões Nordeste, Norte e Centro Oeste existem os vazadouros a céu aberto, sendo que na Região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) verifica-se a predominância de aterros sanitários e aterros controlados.

Os resíduos nas cidades têm trazido grandes problemas, tanto para os que os geram quanto para os que têm a responsabilidade de dar-lhes o correto destino (órgãos públicos), assim como para o meio ambiente. Dessa forma, o poder público necessita despende altos valores para corrigir as irregularidades sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, as quais se arrastam por anos e geram, cada vez mais, impactos negativos ao meio ambiente e às pessoas.

Considerando esse contexto, a gestão ambiental tem sido alvo de cobrança por parte dos órgãos de controle externo e da sociedade. Num processo de gestão ambiental municipal, a necessidade de regularização da situação de destinação de resíduos sólidos faz com que surja a imprescindibilidade de se apurar os impactos ambientais associados aos aterros sanitários. Isto porque, este tipo de destino foi o que apresentou maior crescimento, em relação a sua implantação em cidades brasileiras, segundo dados do Plano Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008) e é a forma de destinação de resíduos sólidos urbanos que causa menos impactos ambientais ao meio ambiente, diante das alternativas existentes.

Ademais, tendo-se em vista que os órgãos públicos não podem apenas considerar os aspectos financeiros, na tomada de decisão em relação à destinação de resíduos sólidos urbanos, pelo fato de tratar-se de uma atividade impactante, devem-se considerar os impactos ambientais a ela associados. Então, este estudo apresenta-se como uma ferramenta aos gestores públicos municipais, para o planejamento de medidas preventivas sobre as atividades de impactos ambientais e os potenciais negativos de um Aterro Sanitário.

### **1.1 Tema e Delimitação do Problema da Pesquisa**

De acordo com a Fundação de Economia e Estatística (FEE, 2011), do Estado do Rio Grande do Sul, em suas pesquisas de levantamento junto aos domicílios gaúchos são consideradas cinco formas de destino atribuídas ao lixo.

Estas se referem ao Coletado, Enterrado (na propriedade), Jogado, Queimado (na propriedade) e outro destino. Cabe destacar que, exceto o destino via coleta, as outras formas de descarte são utilizadas por pessoas que não possuem conhecimento quanto à destinação adequada dos resíduos sólidos e que as mesmas vivem em locais de difícil acesso e/ou em situação de fragilidade socioeconômica.

Contudo, coletar o lixo não significa que o seu destino esteja acontecendo ou ocorrerá de forma correta. Isto porque, existem várias maneiras de destinação para os resíduos sólidos urbanos. O gestor público pode optar por uma delas, de acordo com as necessidades físicas (área de destino), econômicas e ambientais.

No Brasil, o principal destino dos resíduos sólidos (IBGE, 2008) são os vazadouros a céu aberto (lixões), seguidos dos aterros sanitários e aterros controlados. Entretanto, nos últimos anos houve um decréscimo na quantidade de lixões. Em contrapartida, notou-se o aumento do número de aterros sanitários e aterros controlados, que são formas mais aceitas de destinação de resíduos sólidos, diante dos lixões.

Sabe-se, no entanto, que o lixão se constitui num local com a finalidade única de receber o lixo. Conseqüentemente, nele não existe tratamento para o chorume (líquido resultante do encontro dos elementos: água e resíduos sólidos em decomposição), que pode contaminar o solo e a água. Já os aterros sanitários e os controlados possuem algumas características associadas aos depósitos, citadas anteriormente, sendo realizado um planejamento prévio (estudo) e, na operação, algumas medidas mitigadoras são realizadas, como a cobertura diária com terra, por exemplo.

Considerando os riscos ambientais e questões sobre a saúde pública, é importante que a questão ambiental seja priorizada pelos gestores. Num primeiro momento, deve ser levado em consideração o que prevê a legislação (como a lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos) e os riscos futuros que a escolha, não adequada, de destinação dos resíduos pode causar à saúde pública e ao meio ambiente.

Nesse sentido, é fundamental que se faça um planejamento, de acordo com as características de cada município. Para isso, deverão ser levados em consideração os aspectos populacionais, a economia da região (rural, indústrias, etc.), a localização do município e a localização do destino final dos resíduos

sólidos. De igual forma, deverão ser considerados os impactos ambientais que cada opção pode causar ao meio ambiente, bem como os custos associados a cada alternativa.

Cabe destacar que, os municípios são livres para escolher a melhor alternativa. Todavia, os mesmos não deixam de ser fiscalizados pelos órgãos de controle externo, como o Ministério Público, o Tribunal de Contas do Estado, a Câmara de Vereadores e a população. Isso ocorre tanto no que concerne aos gastos para a contratação dos serviços, para coleta e destinação, como aos impactos ambientais causados pela atividade da destinação.

Tendo em vista a legislação acerca dos resíduos sólidos urbanos e das cobranças da população para que se resolva o problema do lixo nas cidades, este estudo tem como tema a avaliação dos prováveis impactos ambientais, associados à construção de um Aterro Sanitário para resíduos sólidos urbanos. Ademais, ao considerar a inexistência de conhecimento, por parte do poder público, acerca dos impactos ambientais relacionados aos aterros sanitários, esta pesquisa se propõe a responder a seguinte questão-problema: quais são os impactos ambientais mais significativos, associados à construção de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos?

## **1.2 Objetivos**

Este estudo está alicerçado no atendimento aos seguintes objetivos.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Identificar e avaliar os Impactos ambientais associados à construção de Aterros Sanitários Municipais, de conformidade com as normas técnicas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) Avaliar qualitativamente os impactos ambientais associados às principais atividades relacionadas a Aterros Sanitários;
- b) Identificar as atividades dos Aterros Sanitários de maior potencial impactante, sob o aspecto negativo;
- c) Averiguar os prováveis impactos ambientais, em cadeia, a partir das atividades de maior potencial impactante;
- d) Propor medidas mitigadoras aos impactos ambientais de natureza negativa, associados às atividades avaliadas como de maior potencial impactante.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

A dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos. O primeiro deles introduz o assunto abordado na pesquisa, com a delimitação do tema, problema e justificativa, os objetivos, tanto geral como específicos, e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica. Nela são expostas questões relativas à conceituação e legislação (Federal, Estadual e Municipal) a respeito dos Resíduos Sólidos Urbanos, bem como as principais formas de destinação de resíduos sólidos no Brasil. Nessa seção, fatores relacionados aos Impactos Ambientais, como Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais e Atividades Impactantes Associadas à construção de Aterros Sanitários são referenciados, pois se constituem na sustentação para a identificação e avaliação de impactos ambientais associados a Aterros Sanitários.

Já o terceiro capítulo aborda a metodologia utilizada na pesquisa, quanto à abordagem do problema, ao atendimento dos objetivos e, também, quanto aos procedimentos metodológicos.

No que se refere ao quarto capítulo, nele são apresentados os resultados, quer dizer, a avaliação e identificação dos impactos ambientais associados a Aterros Sanitários.

Por fim, o quinto e último capítulo apresenta as considerações finais relativas ao estudo desenvolvido, com a proposta para futuras pesquisas na área.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

A revisão da literatura tem por objetivo trazer os conceitos e modelos teóricos ligados ao tema a ser estudado, que contribuem para sua melhor compreensão. São explorados, na fundamentação teórica, o conceito e as normas sobre os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), os Impactos Ambientais e seus Métodos de Avaliação (AIA) no Brasil, além das Atividades Impactantes Associadas à Construção de Aterros Sanitários (AS), como forma de destinação aos resíduos sólidos urbanos, considerada mais adequada.

### **2.1 Resíduos Sólidos Urbanos**

O tema “resíduos sólidos e sua destinação” possui uma vasta legislação, tanto a nível Federal, como Estadual (Rio Grande do Sul) e Municipal. As referidas legislações possuem pouco mais de vinte anos e tem-se clara a iniciativa do governo federal, quanto à formulação de regulações sobre os resíduos sólidos urbanos.

A Lei nº 6.938/1981, por exemplo, foi um dos pilares referenciais sobre a qualidade ambiental. Nela ficou estabelecido o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) que, de acordo com Vilhena (2010, p. 307), “representa um conjunto articulado de órgãos, entidades, regras e práticas da União, do Distrito Federal, dos estados e dos municípios, responsáveis pela proteção da qualidade ambiental”.

Segundo Vilhena (2010), o SISNAMA possui uma estrutura composta por Órgão Superior (Conselho do Governo), Órgão Consultivo e Deliberativo (CONAMA); Órgão Central (Ministério do Meio Ambiente); Órgão Executor (IBAMA), Órgãos Seccionais (Secretarias Estaduais de Meio Ambiente); e, Órgãos Locais (Entidades ou Órgãos Municipais).

O primeiro ato federal referente à temática dos resíduos sólidos aconteceu através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a Resolução CONAMA nº 06, de 19 de setembro de 1991, que trata da incineração de resíduos sólidos provenientes dos serviços de saúde.

Há que ressaltar-se que o CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que foi instituído pela Lei nº

6.938/1981, a qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/1990 (BRASIL, MMA, 2013). Atualmente, é composto por representantes de diversos órgãos, os quais são entes da federação e membros da sociedade civil e empresarial, tendo como atos principais a emissão de resoluções, moções, recomendações, proposições e decisões.

Após a Resolução nº 06/1991, várias outras foram emitidas pelo CONAMA, sobre diversas matérias relacionadas aos resíduos sólidos. Assim, a partir das Resoluções do CONAMA, o governo federal instituiu uma série de decretos que dispõem sobre os resíduos sólidos. Vale destacar o Decreto nº 7404/2010, que criou o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, além das Leis nº11.445/2007 e nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A Lei nº11.445/2007 trata das “diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências”. Em seu art. 3º, é exposto, especialmente, o conceito de saneamento básico, sendo “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas”. Já, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, serve como referência para as ações de todos os entes da federação, pois apresenta as alternativas que podem ser utilizadas nas cidades, além de tratar da responsabilidade do poder público quanto aos resíduos sólidos, bem como, de quem os gera, ou seja, a população.

O tema referente aos resíduos sólidos também é tratado em âmbito estadual, através de leis que regem as ações da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) e dos municípios. Deste modo, no Estado do Rio Grande do Sul, as legislações sobre os resíduos sólidos surgiram a partir de 1992, com a Lei Estadual nº 9.493/1992, que tratou da coleta seletiva e da reciclagem do lixo como atividades ecológicas, de relevância social e de interesse público. No ano seguinte, a Lei Estadual nº 9.921/1993 estabeleceu questões sobre a gestão dos resíduos sólidos.

Ainda no que concerne ao âmbito estadual, foi criada em 2012, pela Assembleia Legislativa do Estado, uma subcomissão de Planos Municipais de

Resíduos Sólidos. Esta foi composta por deputados estaduais que desenvolveram, junto aos municípios, reuniões e audiências de forma regionalizada, em algumas cidades do Estado. Ademais, os referidos também realizaram visitas a aterros sanitários e levantamento de dados com o uso de questionários. Todos estes dados serviram de apoio para compor o relatório final, elaborado por esta subcomissão.

Todavia, sobre os Resíduos Sólidos Urbanos, Vilhena (2010, p. 308) explica que “os municípios têm competência para organizar e prestar serviços públicos de interesse local, aí inserindo-se as tarefas de limpeza pública: coleta, transporte, tratamento e disposição de lixo municipal”.

O Órgão de Controle Externo, Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (TCE/RS), já alertou os gestores municipais sobre o disposto na Lei nº 12.305/2010 e no Decreto nº 7.217/2010, que regulamenta a Lei Federal nº 11.445/2007 (lei que trata das diretrizes nacionais do saneamento básico), através de um Ofício Circular enviado no ano de 2011, que foi reiterado em 2013. Isso devido ao previsto na Lei Federal nº 12.305/2010, que em seu texto trata sobre a responsabilidade pela coleta e destinação dos resíduos sólidos nos municípios, que são prerrogativas dos gestores, conforme o exposto no Art. 10:

Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sisnama, do SNVS e do Suasa, bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta Lei.

Ainda, no tocante a Lei Federal nº 12.305/2010, foi estabelecido na Seção IV, a necessidade dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, especialmente no Art. 18, onde determina que o município que não possuir o plano, de acordo com o prazo determinado (agosto de 2014), não terá acesso a recursos da União referentes a questões de resíduos sólidos:

A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

De acordo com o portal Gabinete dos Prefeitos (2012), “dos 371 municípios gaúchos pesquisados, 178 ainda não iniciaram os trabalhos sobre o assunto, outros

183 estão em fase de elaboração e apenas 10 já estão adequados à nova legislação”.

Além disto, para que os municípios continuem recebendo repasses do governo federal e esteja de acordo com o estabelecido na Lei Federal nº 12.305/2010, os mesmos deverão possuir, ao menos, o plano municipal de resíduos sólidos, a partir do segundo semestre de 2014, para atendimento das questões relacionadas aos resíduos dessa espécie.

No entanto, a fim de que o sistema de planejamento municipal aconteça de acordo com o previsto na Constituição Federal de 1988, é preciso que o município elabore quatro leis, as quais deverão estar integradas. Isto diz respeito ao Plano Diretor, ao Plano Plurianual, à Lei de Diretrizes Orçamentárias e à Lei Orçamentária Anual (Vilhena, 2010). Todavia, mesmo o município possuindo certa autonomia sobre questões relativas ao lixo (coleta, transporte, tratamento e disposição), deve levar em consideração o que está previsto nas legislações federais e estaduais.

Portanto, além de estar adequada às questões legais, cabe salientar que a coleta do lixo residencial é de responsabilidade dos órgãos municipais. No entanto, para que ela ocorra, o lixo deve estar acondicionado em embalagens e locais adequados, sendo esta uma tarefa da população. Sobre os locais para que aconteça o recolhimento pelo poder público, este pode disponibilizar coletores pequenos e médios ou coletores grandes (caçambas) (Vilhena, 2010).

Além disso, para o município atender a demanda sobre os resíduos sólidos urbanos, deve possuir veículos especializados para realizar a coleta e transporte dos mesmos, como veículos com carrocerias sem compactador, com carrocerias e compactador, entre outros. Conforme Vilhena (2010), a quantidade de veículos que o município necessita depende da demanda, ou seja, da quantidade de habitantes e sua produção de lixo, sendo que, se o poder público investir em educação ambiental, coleta seletiva, entre outras ações, pode haver redução dos resíduos sólidos urbanos, gerados pela população.

A Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define os resíduos sólidos, no inciso XVI, do Art. 3º, como sendo

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semi-sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos

d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

De acordo com a Norma editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de número 10004:2004, são considerados Resíduos Sólidos os seguintes elementos:

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

Conforme a norma citada, os resíduos podem ser classificados em perigosos e não perigosos ou classe I e classe II, respectivamente. Segundo Bartholomeu e Caixeta-Filho (2011, p.17), resíduos perigosos “são aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, podem apresentar riscos à saúde e ao meio ambiente”. Já quanto aos resíduos não perigosos, o mesmo autor afirma que podem ser subdivididos da seguinte maneira: Classe IIA ou não Inertes, “quando apresentam propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água”; e, Classe IIB ou Inertes, “quando não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção dos aspectos cor, turbidez, dureza e sabor”.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) editou, em 2006, um manual intitulado Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Este dispõe que a maioria das disposições finais de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), no Brasil, acontece em lixões ou vazadouros a céu aberto, aterro controlado e aterro sanitário.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) confirmou esta realidade sobre as três formas de destinação de resíduos sólidos, as quais são mais utilizadas no Brasil, através dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2008). O Instituto em tela apresenta informações sobre a forma de destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos, no período de 1989-2008.

Inicialmente, a maioria da destinação no país ocorria para vazadouros a céu aberto. Com o passar dos anos, a destinação para aterros controlados e aterros

sanitários começou a ganhar espaço. Contudo, o maior percentual de destinação ainda prevalece nos vazadouros a céu aberto (IBGE, 2008).

A Figura 1 apresenta as principais formas de destinação de resíduos sólidos urbanos a nível nacional.

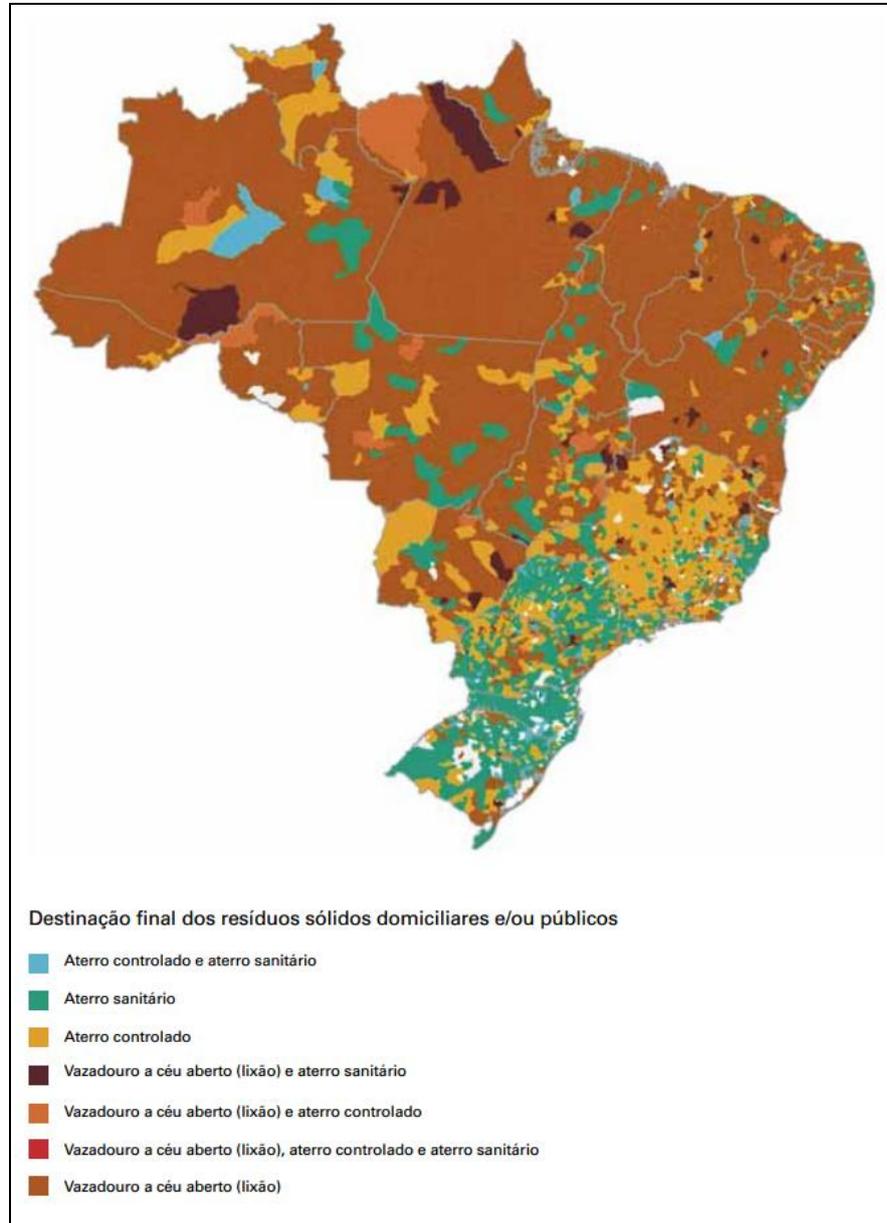


Figura 1 - Municípios, segundo a destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e/ ou públicos - Brasil – 2008

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2008.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), a maioria da prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos é realizada pela administração direta, seguida da prestação de serviços por empresas privadas,

sendo que, na Região Sul, mais de 50% da prestação deste serviço é realizada por empresas privadas. Conforme a PNSB (IBGE, 2008),

na Região Sul, os municípios de seus três estados – Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná – registraram as menores proporções de destinação dos resíduos sólidos aos lixões: 2,7%, 16,5% e 24,6%, respectivamente. O destaque coube aos municípios do Estado de Santa Catarina, com 87,2% desses resíduos destinados a aterros sanitários e controlados, figurando os municípios dos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul com 81,7% e 79,2%, respectivamente.

Na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008) foram consideradas outras formas de destinação de resíduos sólidos no Brasil, apresentando locais com aterro controlado e aterro sanitário; aterro sanitário; aterro controlado; vazadouro a céu aberto e aterro sanitário; vazadouro a céu aberto e aterro controlado; vazadouro a céu aberto, aterro controlado e aterro sanitário e; vazadouro a céu aberto.

De acordo com a Figura 1, em grande parte das regiões Nordeste, Norte e Centro Oeste, existem os vazadouros a céu aberto, sendo que, na Região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) verifica-se a predominância de aterros sanitários e aterros controlados.

Conforme Vilhena (2010, p. 243), nos Vazadouros a céu aberto (lixões), em decorrência dos resíduos ficarem dispostos a céu aberto, ocasiona

problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geralmente de maus odores e, principalmente, poluição das águas subterrâneas e superficial pela infiltração do chorume.

O mesmo autor (2010, p. 243) evidencia que o aterro controlado produz poluição, mas localizada apenas na área do aterro sendo, desta forma, “preferível ao lixão, mas devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, é de qualidade bastante inferior ao aterro sanitário”.

Para Vilhena (2010, p. 244) o aterro sanitário

é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

O aterro sanitário (AS) é, portanto, a melhor alternativa para a destinação de resíduos sólidos urbanos, diante do vazadouro a céu aberto (lixões) e dos aterros controlados. A Figura 2 apresenta o desenho da estrutura de um aterro sanitário.

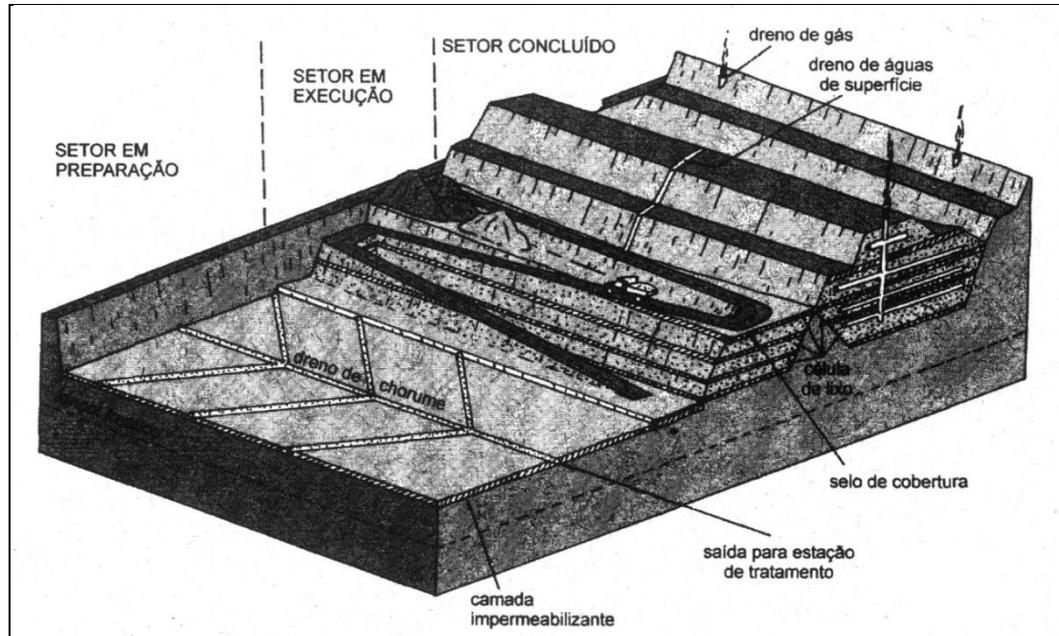


Figura 2 – Aterro Sanitário

Fonte: Vilhena (2010, p. 244)

O dimensionamento do Aterro Sanitário depende da quantidade e da tipologia dos resíduos a serem dispostas (apenas resíduos domiciliares), características fisiológicas e ambientais da área onde se pretende instalar o AS, a previsão do uso futuro da área do aterro, os componentes do projeto (como será realizado o tratamento, tipo de cobertura, drenagens, etc.). A Figura 3 apresenta o perfil esquemático de aterro sanitário em rampa.

O perfil esquemático de aterro sanitário em rampa, segundo Vilhena (2010), dimensiona os principais elementos para a constituição de um aterro sanitário, como o sistema de tratamento dos resíduos; sistema de operação do AS, que é composto pelo método da trincheira ou vala (abertura de valas para disposição do lixo, para compactação e cobertura com terra), método da rampa (a escavação é progressiva, com compactação e cobertura com terra) e método de área (locais planos e lençol freático raso); sistema de drenagem de fundação; sistema de impermeabilização de base do aterro; sistema de cobertura dos resíduos; sistema de drenagem de águas pluviais; sistema de drenagem de líquidos percolados; sistema de drenagem de biogás; análise da estabilidade dos maciços de terra e de resíduos sólidos; sistema

de tratamento dos líquidos percolados; sistema de tratamento dos gases; sistema de monitorização (acompanhamento dos processos); e, fechamento do aterro.

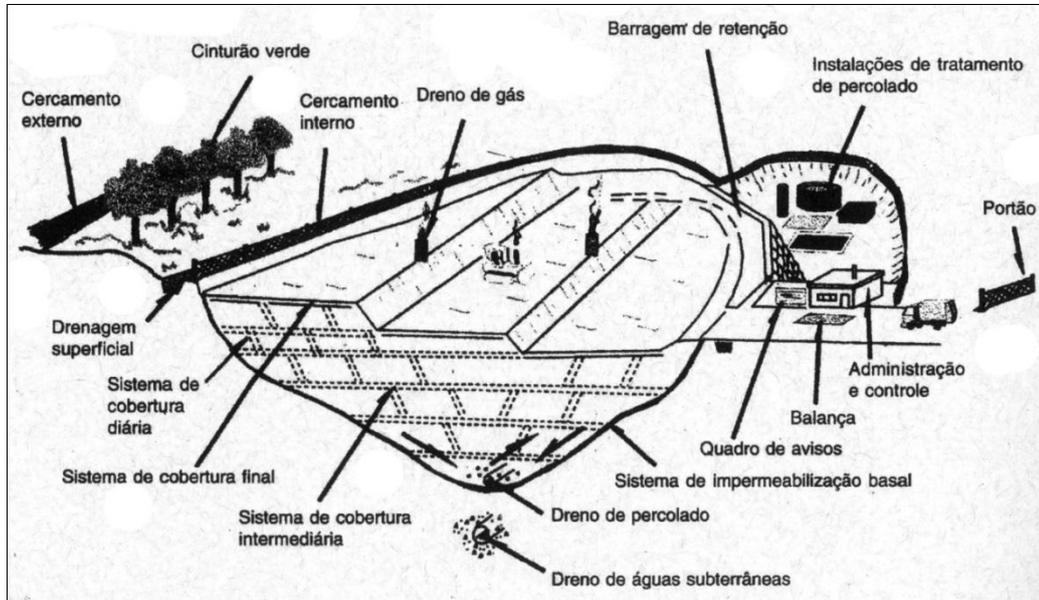


Figura 3 – Perfil esquemático de aterro sanitário em rampa  
Fonte: Vilhena (2010, p. 272)

Ainda, conforme o disposto em um estudo realizado pelo Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas (CPU), do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), há que se considerarem alguns pontos para a escolha do local de instalação do aterro sanitário. Esses se referem, por exemplo, se a propriedade é privada ou particular, ao tamanho da área, bem como às características topográficas, tipo de solo, às águas subterrâneas e à localização. Sobre este último aspecto, a melhor alternativa de local estaria em uma área com no máximo 30 km de distância (ida e volta) da coleta, acesso pavimentado ou em boas condições, afastada de aeroportos, de cursos de água, nascentes e poços artesianos, que possua energia elétrica, água e outros serviços, além de jazidas de material para cobrir o lixo e bom posicionamento considerando os ventos costumeiros do local.

Em âmbito mundial, Bartholomeu e Caixeta-Filho (2011, p.114) descrevem as principais formas de destinação de RSU, em vários países. A Tabela 1 apresenta, em percentagem, as principais formas de destinação dos Resíduos sólidos Urbanos (RSU), quais sejam: a reciclagem, compostagem, recuperação energética e aterro sanitário, em quinze países.

O aterro sanitário é um tipo de destinação de Resíduos Sólidos Urbanos, que está presente em todos os países pesquisados. No Brasil, o aterro sanitário destaca-se como a principal forma de destinação de RSU, sendo que 90% (noventa por cento) dos resíduos coletados no país são destinados para aterros coletados ou lixões.

Cabe destacar que, de acordo com Bartholomeu e Caixeta-Filho (2011), apenas 8% (oito por cento) dos RSU no Brasil são reciclados e, 2% (dois por cento) encaminhados para compostagem. Ressalta-se que ainda não há destinação de RSU para a recuperação energética, onde se considera como principal atividade nesta alternativa, a incineração.

Tabela 1 - Destino (%) dos RSU em países selecionados.

País	Reciclagem	Compostagem	Recuperação energética (1)	Aterro Sanitário
Holanda	39	7	42	12
Suíça	31	11	45	13
Dinamarca	29	2	58	11
Estados Unidos	24	8	13	55
Austrália	20	<1	<1	80
Japão	15		78	7
Israel	13			87
França	12		40	48
Brasil	8	2		90 (2)
Reino Unido	8	1	8	83
Grécia	5			95 (2)
Itália	3	10	7	80
Suécia	3	5	52	40
México	2			98 (2)

(1) Basicamente incineração.

(2) Incluem aterros controlados e lixões.

Fonte: EPE (2008) *apud* Bartholomeu (2011, p. 114).

Em se tratando do Estado do Rio Grande do Sul (RS), a Subcomissão sobre os Planos Municipais de Resíduos Sólidos, composta por deputados estaduais, divulgou, através do Relatório Final, um mapa (DISA/FEPAM, 2009) com a definição do destino final dos RSU por município, conforme a Figura 4.

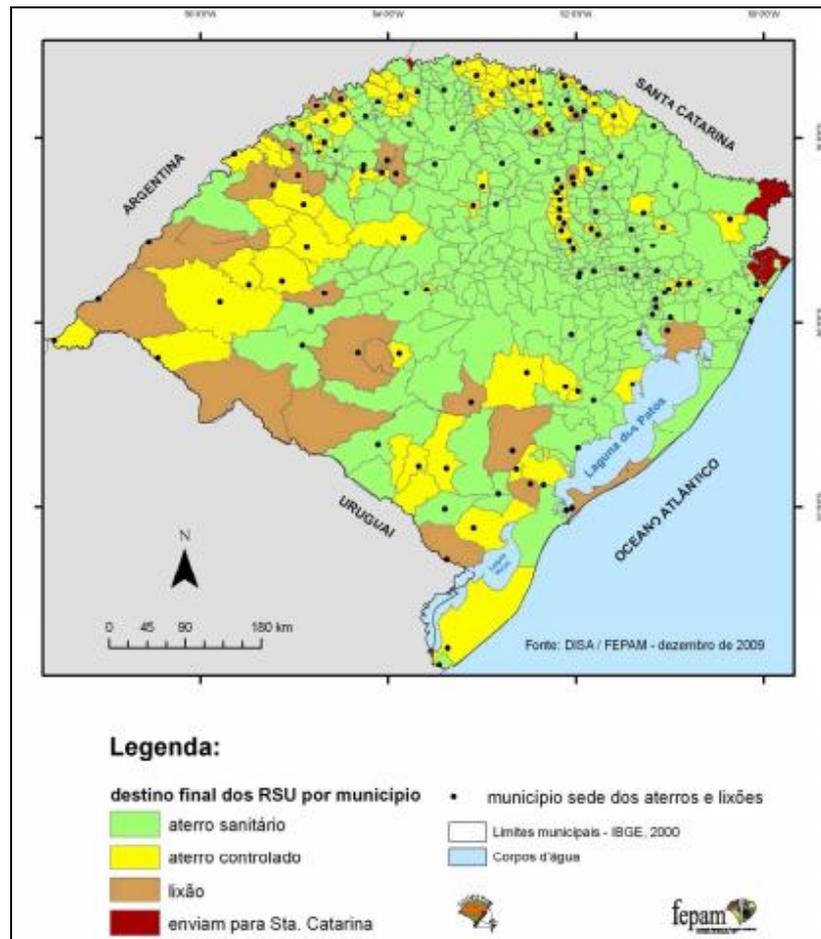


Figura 4 – Mapa do destino final dos RSU por município no RS

Fonte: DISA/FEPAM (2009), Relatório final da Subcomissão sobre os Planos Municipais de Resíduos Sólidos (2012), da Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul.

Percebe-se que a maioria das destinações de RSU no RS ocorre para aterros sanitários, seguido dos aterros controlados e dos vazadouros a céu aberto (lixões). Nem todos os municípios possuem aterros ou lixões, por isso, em muitos casos, os municípios sede de aterros e lixões acabam recebendo os resíduos sólidos de outras cidades menores do interior do Estado.

Portanto, além de ser uma das alternativas de destinação de RSU que gera menos impactos ambientais, diante das alternativas existentes, é possível destacar nos aterros sanitários, pelo menos, quatro principais tipos de tratamento dos resíduos sólidos urbanos: digestão anaeróbia, digestão aeróbia, tratamento biológico e digestão semianaeróbia. A Figura 5 apresenta os processos de tratamento dos resíduos.

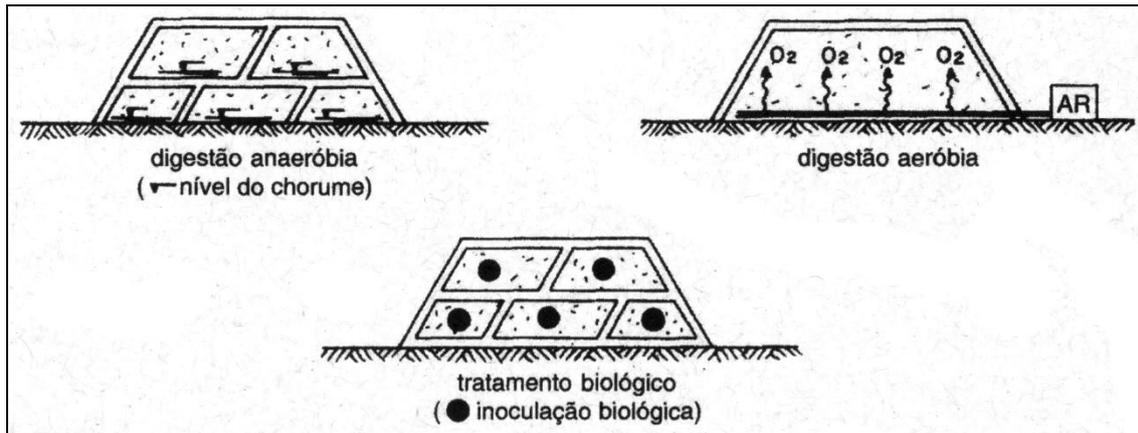


Figura 5 – Processos de tratamento dos resíduos.  
 Fonte: Vilhena (2010, p. 269)

Os processos de tratamentos de resíduos demonstrados na Figura 5, são explicados por Vilhena (2010), como sendo:

- a) Processo de tratamento por digestão anaeróbia: consiste na ocorrência de reações orgânicas que finalizam quando acontece a mineralização do resíduo, sendo que este processo pode se estender por muitos anos.
- b) Tratamento por digestão aeróbia: possui custos maiores que o processo citado anteriormente, pela necessidade de se injetar ar no lixo, contudo, considera-se mais vantajosa.
- c) Tratamento biológico: precisa de tecnologia complexa e controle em suas fases, além de equipe preparada para a realização dos serviços. Este tratamento transforma os resíduos em líquidos e gases, que posteriormente são coletados e tratados.
- d) Tratamento por digestão semiaeróbica: refere-se à adoção de critérios no projeto inicial, onde são destacados os sistemas de drenagem de biogás e percolados, tendo a aeração natural por convecção.

Um problema que é comumente visualizado, a partir dos tratamentos de aterros sanitários, é o chorume. Este é um líquido gerado a partir dos resíduos sólidos, devido a ação de fatores climatológicos, da composição, densidade e umidade dos resíduos depositados no aterro sanitário, além do tempo de operação do mencionado aterro.

Vilhena (2010, p. 285) explica que o chorume é um “líquido escuro, turvo e malcheiroso proveniente do armazenamento e tratamento de lixo”. Se este líquido

não receber tratamento adequado, pode causar problemas ambientais e de saúde pública.

## 2.2 Impactos Ambientais

Bensusan (2006) diz que a humanidade sempre foi responsável por mudanças nas paisagens, com a realização de atividades de baixo impacto e que, com o passar dos anos, associados a fatores como o crescimento populacional e às inovações tecnológicas, entre outros, os impactos diretos sobre os ambientes naturais e a degradação da biodiversidade do planeta aumentaram.

A questão dos impactos ambientais recebeu força legal, no Brasil, a partir da edição da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de nº 01, datada de 23 de janeiro de 1986. E, segundo Moreira (1992, p.113 apud SÁNCHEZ, 2008, p. 28), impacto ambiental pode ser definido como “qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes – provocada por uma alteração humana”.

Assim que, de acordo com o Art. 1º da Resolução CONAMA nº01/1986, que “dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental”, considera-se impacto ambiental:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:  
 I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;  
 II – as atividades sociais e econômicas;  
 III – a biota;  
 IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;  
 V – a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL-MMA, 1986).

Conforme Ribeiro (2006, p. 147), impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

O impacto ambiental, ao qual se refere à mencionada Resolução, pode ser positivo ou negativo. Se as alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente gerarem melhoria da qualidade ambiental, o impacto é considerado positivo. Contudo, se as alterações resultarem em dano ao meio ambiente, estas serão consideradas como um impacto de caráter negativo.

Tendo em vista a necessidade de estudos sobre os impactos ambientais, gerados a partir de atividades impactantes, a legislação brasileira começou a tratar do assunto desde os anos 80. Então, conforme Silva (1999, p. 45), os impactos ambientais podem se classificar em:

- a) Impactos Diretos (ou primários) e indiretos (ou secundários): consistem na alteração de determinados aspectos ambientais por ação do homem, sendo de mais fácil identificação;
- b) Impactos de Curto Prazo: ocorrem normalmente após a realização da ação, podendo até desaparecer em seguida;
- c) Impactos de Longo Prazo: verifica-se depois de certo tempo da realização da ação, como por exemplo, a modificação do regime de rios e a incidência de doenças respiratórias causadas por inalação de poluentes por períodos prolongados;
- d) Impactos reversíveis e irreversíveis: considera-se o caráter reversível ou não das alterações provocadas sobre o meio;
- e) Impactos Cumulativos e Sinérgicos: levam-se em conta a acumulação no tempo e no espaço de efeitos sobre o meio ambiente (SILVA, 1999, p.45).

Conforme o grau de alteração do meio ambiente é possível valorar a magnitude do impacto e a importância de tal ocorrência. Sobre a classificação qualitativa de impactos ambientais, devem ser considerados:

- a) Critério de Valor: impacto positivo ou benéfico (quando uma ação causa melhoria da qualidade de um fator ambiental) e impacto negativo ou adverso (quando uma ação causa um dano à qualidade de um fator ambiental);
- b) Critério de Ordem: impacto direto, primário ou de primeira ordem (quando resulta de uma simples relação de causa e efeito) e impacto indireto, secundário ou de enésima ordem;
- c) Critério de Espaço: impacto local (ação no próprio sítio e suas imediações), impacto regional (impacto se propaga em áreas além do sítio) e impacto estratégico (quando é afetado um componente ambiental de importância coletiva, nacional ou mesmo internacional);
- d) Critério de Tempo: impacto a curto prazo, impacto a médio prazo e impacto a longo prazo;
- e) Critério de Dinâmica: impacto temporário, impacto cíclico (se faz sentir em determinados ciclos, que podem ser ou não constantes ao longo do tempo) e impacto permanente (impactos não param de se manifestar num horizonte temporal conhecido);
- f) Critério de Plástica: impacto reversível e impacto irreversível (quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais) (SILVA, 1999, p. 49).

De acordo com Silva (1999), há que se considerar, ainda, o conceito de processo impactante, ou seja, de algo que acontece e gera alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, tendo como exemplos clássicos a erosão do solo, a salinização, entre outros.

### 2.2.1 Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

A Avaliação de Impactos Ambientais, de acordo com Silva (1999, p.31), “foi introduzida formalmente com o embasamento jurídico no ano de 1980, a partir da Lei Federal nº 6.803/1980, que dispunha sobre a criação de zoneamento industrial em zonas de poluição crítica”. Ainda, sobre avaliação de impactos ambientais foi criada, no Brasil, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Esta Lei foi regulamentada apenas em 1983, com o Decreto Federal nº 88.351, vindo a ser alterado pelo Decreto Federal nº 99.274/1990.

Bensusan (2006, p. 99) afirma que “o maior impacto que a humanidade causa sobre o ambiente e, conseqüentemente, sobre a biodiversidade, deriva-se da agricultura”. Isto significa que, o abandono da prática de coleta e caça dos alimentos, em prol do desenvolvimento de plantações e criação de animais, são considerados os fatos promissores, causadores de impactos ambientais no planeta. Por estas e outras atividades impactantes e, devido à previsão na legislação, tem-se a necessidade de um estudo de impactos ambientais, antes de se iniciar qualquer empreendimento.

O Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, o qual Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, trata no Art. 19 sobre as licenças que devem ser expedidas pelo Poder Público, a saber:

- I – Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento de atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;
- II – Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado e;
- III – Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação (BRASIL, 1990).

Sánchez (2008, p. 62) aponta que no Brasil a Avaliação de Impactos Ambientais começou a ser realizada para integrar, especialmente, projetos de empreendimentos do tipo hidrelétricos, a partir da década de 70. Destacaram-se ainda, obras como a Rodovia Transamazônica e a Barragem do Itaipu.

De acordo com o Art. 2º da Resolução CONAMA 01/1986:

dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são documentos necessários para o licenciamento ambiental de empreendimentos impactantes, como estradas, aeroportos, extração de minérios, aterros sanitários, entre outros, descritos nos incisos do Art. 2º, da Resolução CONAMA 01/1986. Além disso, a elaboração dos relatórios EIA/RIMA deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, conforme descrito no Art. 7º daquela Resolução, em função das várias temáticas que são abrangidas pelos relatórios: físicas, bióticas e antrópicas.

Para a avaliação de impactos ambientais, de um empreendimento impactante, existem alguns métodos já consolidados na literatura e que podem ser utilizados pela equipe que realizará o trabalho. Sobre a avaliação dos impactos ambientais, Tinoco e Kraemer (2011, p. 96) registram que:

para que os processos de avaliação ambiental alcancem o objetivo de tornar-se um instrumento de planejamento e auxílio ao processo decisório, direcionando o projeto em sua avaliação técnico-econômica, eles devem obrigatoriamente anteceder o início das atividades do empreendimento.

Tinoco e Kraemer (2011, p.95) explicam, ainda, que “para avaliar o impacto ambiental de um empreendimento, é necessário conhecer profundamente as variáveis nele envolvidas e sua área de influência”.

Segundo Sánchez (2008, p.200) “há diversos tipos de ferramentas utilizáveis para auxiliar uma equipe na tarefa de identificar os impactos ambientais”. Sendo assim e considerando os métodos de avaliação dos impactos ambientais existentes, é importante destacar que cada um possui particularidades e são utilizados conforme as necessidades, disponibilidade de dados ou tipo de empreendimento. A escolha por um método para avaliação dos impactos ambientais depende de algumas variáveis, como o tipo de trabalho, a equipe de profissionais, a disponibilidade de dados, o tipo de empreendimento, entre outros fatores.

Já Pimentel e Pires (1992) explicam que os métodos de avaliação de impactos ambientais podem ser classificados em dois grupos: “métodos para a fase de identificação e sumariação de impactos” e “métodos para a fase de avaliação”,

sendo que, os métodos *ad hoc*, *check-lists*, matrizes, redes, diagramas e superposição de cartas, pertencem ao primeiro grupo.

No entanto, os métodos mais conhecidos são: o “*Ad Hoc*”, o *check-list*, as matrizes de interação, as redes de interação, a sobreposição de cartas e, por modelos matemáticos.

#### a) *Ad hoc*

De acordo com Silva (2004) o método “*Ad hoc*” acontece a partir da reunião de especialistas, para avaliações rápidas, tendo baixo custo e alto grau de subjetividade.

Para Pimentel e Pires (1992), por sua vez, é preciso levar em consideração que o método *Ad hoc* é elaborado de modo diferenciado para cada projeto específico, onde os impactos são verificados através de *brainstorming*, isto é, através de uma “tempestade de ideias” promovida pelos envolvidos no estudo, utilizando-se de ferramentas como tabelas e matrizes.

No estudo destes últimos autores é apresentado um quadro comparativo com os métodos de avaliação de impactos ambientais mais utilizados, onde são demonstradas as principais vantagens e desvantagens de cada um. Sobre o *Ad hoc* é citado como vantagens o envolvimento dos interessados e, como desvantagens, o não aprofundamento da avaliação e dos impactos secundários e variáveis ambientais.

#### b) *Check-list*

Segundo Silva (2004), o *Check-list* é uma listagem dos fatores e impactos ambientais, para realizar o diagnóstico ambiental e comparações com as alternativas. Considerando o formato das listagens, na visão de Pimentel e Pires (1992), “algumas incluem informações sobre técnicas de previsão de impacto, outras incluem descrição dos impactos ou, ainda, incorporam escalas de valor e índices de ponderação dos fatores”.

Para Sánchez (2008), uma das ferramentas para identificação de impactos ambientais mais utilizadas são as listas de verificação, os *check-lists*. Na mesma

obra, o autor apresenta (p.202) um exemplo de “lista detalhada de elementos ou fatores ambientais”, conforme exposto no Quadro 1.

O projeto proposto poderia ter um impacto significativo ou poderia sofrer alguma restrição em relação a alguns dos itens seguintes?
<b>6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DO PÚBLICO AFETADO</b>
<b>6.2 Situação econômica e empregatícia dos grupos sociais afetados</b>
Base econômica da área
Distribuição de renda
Indústria local
Taxa e escala de crescimento do emprego
Fuga de mão de obra dos empregos atuais
Atração de mão de obra de outros locais
Permanência de pessoas de fora após o término das obras
Oportunidades de trabalho para recém-egressos de escolas
Tendências de desemprego de curto e longo prazo
<b>6.3 Bem-estar</b>
Incidência de crime, abuso de drogas ou violência
Número de pessoas sem-teto
Adequação dos serviços públicos
Adequação de serviços sociais como creches e abrigos para crianças de rua
Qualidade de vida

Quadro 1- Extrato de lista de verificação de características ambientais

Fonte: Adaptado de Sánchez (2008, p. 202)

Pimentel e Pires (1992) destacam, ainda, que as principais vantagens são a organização deste método, que se apresenta de forma concisa, organizada e compreensiva. Contudo, possui como desvantagens a não interação entre os fatores ambientais e a identificação dos impactos secundários.

### c) Matrizes de Interação

Silva (2004) explica que as Matrizes de Interação consistem em uma listagem de controle bidimensional, para identificação de impactos diretos. Conforme

Sánchez (2008), no entanto, as matrizes possuem esta nomenclatura por causa de sua forma. Ele explica que,

uma matriz é composta de duas listas, dispostas na forma de linhas e colunas. Em uma das listas são elencadas as principais atividades ou ações que compõem o empreendimento analisado e na outra são apresentados os principais componentes ou elementos do sistema ambiental, ou ainda processos ambientais. O objetivo é identificar as interações possíveis entre os componentes do projeto e os elementos do meio (SÁNCHEZ, 2008, p.202).

Como principal vantagem, segundo Pimentel e Pires (1992), o método apresenta a fácil compreensão na comunicação dos resultados e, como desvantagem, a não identificação das inter-relações, sendo que pode haver “dupla contagem dos impactos ou subestimativas dos mesmos”.

#### d) Rede de Interação

Em uma figura, Sánchez (2008, p.212) demonstra um exemplo de diagrama de interação, onde são indicadas algumas consequências sociais da implantação de um grande projeto (Figura 6).

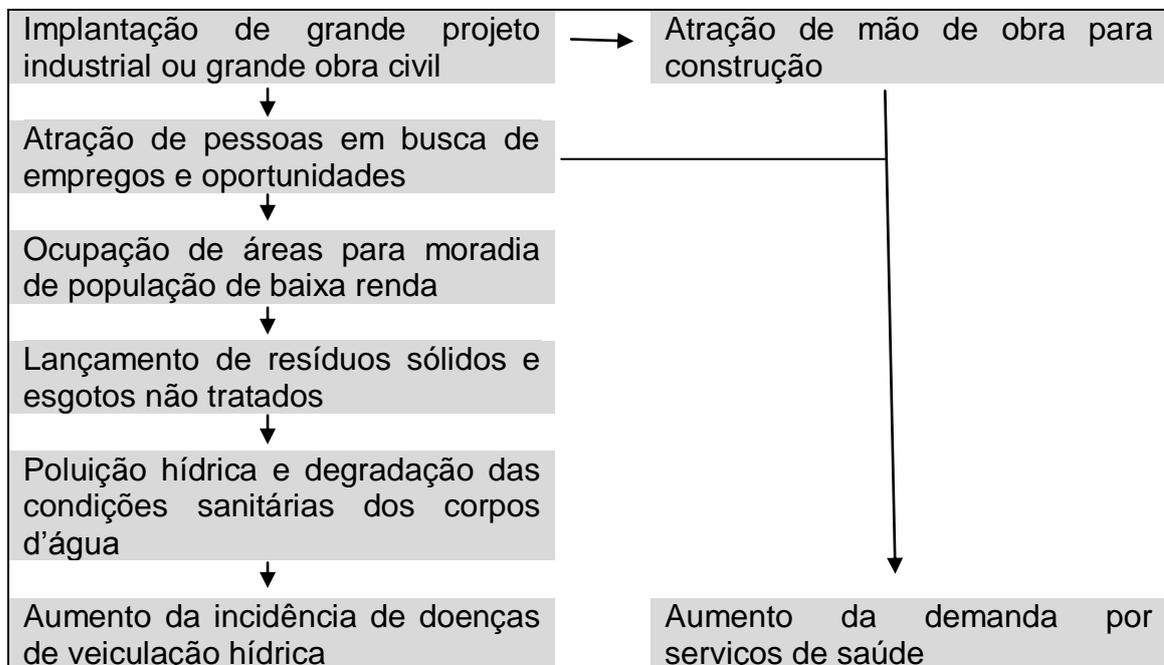


Figura 6- Diagrama de interação indicando algumas consequências sociais da implantação de um grande projeto.

Fonte: Sánchez (2008, p. 212)

De acordo com Silva (2004), as Redes de Interação são apresentadas em forma de gráfico ou diagrama da cadeia de impacto, para a determinação de impactos diretos e indiretos. Assim, mostram a partir do primeiro impacto, as ações que desencadeiam destes, direta ou indiretamente.

Este método traz como principais vantagens, conforme Pimentel e Pires (1992), a “visualização entre a ação e impacto e a avaliação de impactos indiretos”. Já como desvantagens, são elencadas a extensão das redes e sua praticidade, e as dificuldades na distinção de impactos de curto e longo prazo.

#### e) Sobreposição de Cartas (*overlay mapping*)

Para a Sobreposição de Cartas (*overlay mapping*), Silva (2004) diz que este método trabalha com cartas geradas por superposição de mapas de recursos e usos, para aplicação em projetos lineares e diagnósticos ambientais. Como exemplo, Silva (2004) apresenta mapas temáticos de uma área onde se pretende implantar um aeroporto, no qual são considerados fatores como tipo de vegetação, declividade do terreno e o tipo de solo.

Estes mapas são transformados em informações numéricas, sendo que posteriormente são definidas as alternativas de localização do empreendimento. Sequencialmente, são gerados novos mapas de aptidão/restrrição de área, de acordo com as alternativas. Assim, é possível visualizar as áreas aptas, de acordo com as alternativas, visando menor quantidade de impactos ambientais e custo da obra, de acordo com as Figuras 7, 8 e 9.

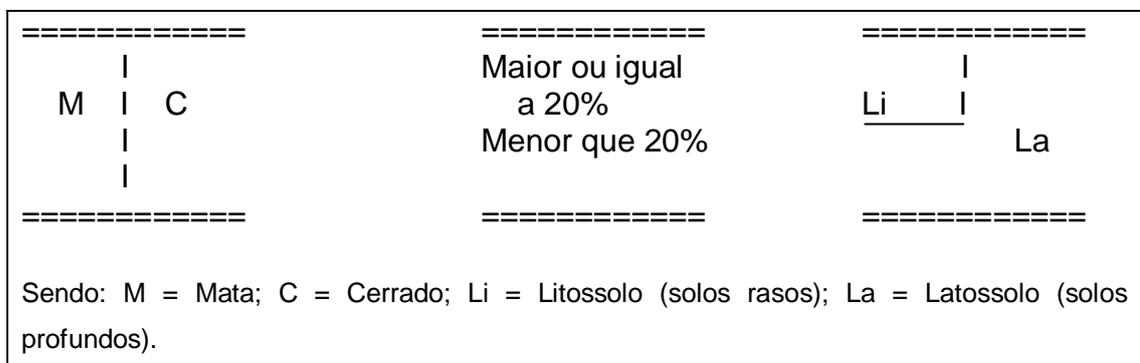


Figura 7 – Mapa temático do Tipo de Vegetação, Declividade do Terreno e Solos.  
 Fonte: Silva (2004, p. 116)

A Figura 7 apresenta o Mapa temático do Tipo de Vegetação, Declividade do Terreno e Solos que, de acordo com Silva (2004), é a primeira fase a ser analisada para o procedimento da Sobreposição de Cartas.

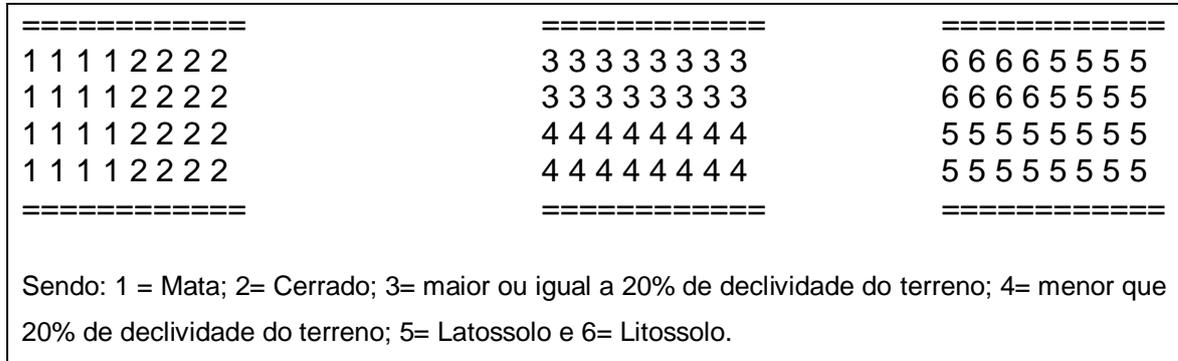


Figura 8 – Transformação dos Mapas Temáticos em informações numéricas.  
 Fonte: Silva (2004, p. 116)

Já a figura 8 traz a Transformação dos Mapas Temáticos em informações numéricas, quer dizer, a partir das informações coletadas, conforme a Figura 7, para, então, poder chegar aos resultados demonstrados na Figura 9.

A Figura 9 apresenta, dessa maneira, as possibilidades de alternativas que podem acontecer, ou melhor, os Mapas de aptidão/restrrição da área, onde as áreas são demonstradas como Apto (A) ou Não Apto (N).

Pimentel e Pires (1992) esclarecem que “a superposição de cartas é útil para estudos que envolvem alternativas de localização e outras questões de dimensão espacial, e vem sendo muito utilizada para AIA de projetos lineares (estradas de rodagens, dutos, etc.)”.

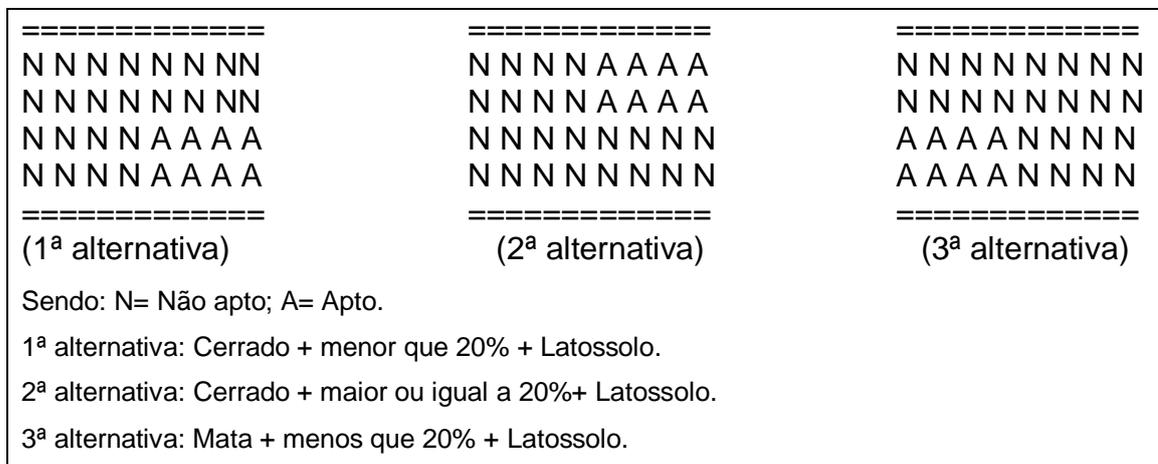


Figura 9 – Mapas de aptidão/restrrição da área.  
 Fonte: Silva (2004, p. 116)

Pimentel e Pires (1992) esclarecem que “a superposição de cartas é útil para estudos que envolvem alternativas de localização e outras questões de dimensão espacial, e vem sendo muito utilizada para AIA de projetos lineares (estradas de rodagens, dutos, etc.)”. Como vantagem, traz a visualização da relação espacial sobre os fatores ambientais e da identificação dos impactos. Apesar disso, possui algumas desvantagens, como a não apresentação de impactos de segunda e terceira ordens, além do uso limitado na superposição de vários mapas.

#### f) Modelos Matemáticos

Os Modelos Matemáticos são, segundo Silva (2004), utilizados para diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental. Para Pimentel e Pires (1992), os modelos matemáticos são empregados em modelos de simulação. Nestes, os modelos matemáticos são, partindo de um conjunto de hipóteses, “destinados a representar a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais através de relações complexas entre componentes quantitativos ou qualitativos, físicos, biológicos ou socioeconômicos”.

Sobre o método de avaliação quantitativo, Pimentel e Pires (1992) explicam que, como vantagem do método pode ser considerada o fornecimento de boas informações, para caracterizar as situações ambientais e na previsão dos impactos. Já como desvantagens, podem ser elencadas o excessivo trabalho preparatório e os problemas na identificação de impactos secundários.

### **2.2.2 Atividades Impactantes Associadas à Construção de Aterros Sanitários**

De acordo com o Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos, editado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), na estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil, maior parte dos resíduos destinados a aterros sanitários são do tipo matéria orgânica (mais de 50%), seguido de material reciclável, outros, plástico total, papel, papelão e *tetrapark*, plástico filme, plástico rígido, metais, vidro, aço e alumínio.

Neste cenário, o Aterro Sanitário é uma das alternativas de destinação de resíduos sólidos urbanos, que vem ganhando espaço em relação aos vazadouros a céu aberto (lixões) e aterros controlados, nos últimos anos, no Brasil (IBGE, 2008). Ainda que esta seja a alternativa que vem sendo mais utilizada nas cidades, para a destinação de resíduos, os aterros sanitários geram impactos ambientais e, por isso, devem ser verificados quais estão associados a este empreendimento impactante.

Silva (1999, p. 65) explica que Empreendimento Impactante é “o projeto que possui capacidade de alteração do meio ambiente, positiva e negativamente, caso seja implantado. São exemplos: bovinocultura, mineração, ferrovia, agricultura, etc.”. Já a Atividade Impactante é conceituada por Silva (1999, p. 66), como sendo as “ações necessárias para se implantar e conduzir os empreendimentos impactantes, ou seja, para a sua consecução”. Como exemplos pode-se citar, na agricultura, o preparo do terreno, o semeio mecanizado, a capina manual, a colheita mecanizada, etc.

Sánchez (2008) explica que devem ser consideradas todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, para a avaliação de impactos ambientais, isto é, as fases de planejamento, implantação, operação, desativação e fechamento.

No Quadro 2 é demonstrado, de acordo com Sánchez (2008, p. 187), a descrição para cada ciclo de vida de um aterro sanitário, ou melhor, as principais fases componentes de um aterro sanitário.

FASES DE UM ATERRO SANITÁRIO
FASE DE PLANEJAMENTO
FASE DE IMPLANTAÇÃO: ATIVIDADES PREPARATÓRIAS
FASE DE IMPLANTAÇÃO: IMPLANTAÇÃO DO ATERRO
FASE DE OPERAÇÃO
FASE DE DESATIVAÇÃO

Quadro 2 – Principais fases componentes de um aterro sanitário

Fonte: Sánchez (2008, p. 187)

Considerando que, para ser construído um aterro sanitário, por se tratar de um empreendimento impactante (que traz alterações no meio ambiente), devem-se realizar os procedimentos referentes às fases demonstradas por Sánchez (2008). É importante salientar, ainda, que para os órgãos de fiscalização são necessárias três

licenças. Estas fazem parte do processo de licenciamento ambiental e são elas: Licença Prévia, de Instalação e de Operação.

De acordo com a FEPAM (2014), o licenciamento ambiental é definido como

o procedimento administrativo realizado pelo órgão ambiental competente, que pode ser federal, estadual ou municipal, para licenciar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam recursos naturais, ou que sejam potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental.

A prática do licenciamento ambiental por órgãos fiscalizadores está prevista desde o ano de 1981, com a edição de lei da Política Nacional do Meio ambiente (Lei nº 6.938).

Em se tratando de empreendimentos impactantes, são avaliados os impactos que podem ocorrer em todas as fases do empreendimento, ou seja, planejamento, instalação, operação e desativação. Assim que, por se tratarem de empreendimentos impactantes, os aterros sanitários necessitam de um tratamento diferenciado, no que se refere a sua construção, operação e fiscalização.

Para tanto, devido ao seu porte, a documentação referente ao licenciamento da atividade de resíduos sólidos urbanos deve ser encaminhada ao órgão responsável pelo Licenciamento Ambiental de cada Estado, sendo que no Estado do Rio Grande do Sul, esta missão é tarefa da Fundação Estadual de Proteção Ambiental, a FEPAM. Dentre as atividades destacadas pela FEPAM, que necessitam de licença ambiental para sua instalação e efetiva operação, estão as Agrossilvipastoril; Mineração; Indústria; Saneamento; Transportes; Terminais e Depósitos; Infraestrutura; Geral; Florestal (Defap) e Recursos Hídricos (DRH).

É de se destacar, ainda, que o mencionado órgão possui em seus formulários de licenciamento de atividades de resíduos sólidos urbanos algumas orientações, as quais são concernentes ao processo de licenciamento desta atividade. Isso significa que o mesmo apresenta uma lista de documentos que devem ser anexados ao formulário preenchido.

Diante do exposto, antes de começar-se qualquer obra referente a um empreendimento impactante, deve-se levar em consideração a necessidade de obtenção de uma licença prévia, no órgão fiscalizador competente. Somente depois disso é que se pode dar início às obras e operação da atividade. Porém, neste órgão fiscalizador deverá ser especificado qual o tipo de empreendimento que se deseja

realizar, tendo em vista que existem várias classificações, dentro de cada uma das atividades elencadas pela FEPAM.

Quanto aos aterros sanitários, estes possuem várias classificações, de acordo com o descrito no portal da FEPAM, tais como: aterro de resíduo sólido industrial I, aterro de resíduo sólido industrial classe II A, aterro de resíduo sólido industrial classe II A – casca de arroz, aterro de resíduo sólido industrial classe II A – cinza da casca de arroz, aterro sanitário com central de triagem de RSU, aterro sanitário com central de triagem e compostagem de RSU, aterro sanitário de RSU, outra forma de destinação de RSU com aterro (não especificada), aterro de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS), aterro com autoclavagem de RSSS, aterro com microondas de RSSS, aterro de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC), aterro de RSCC com beneficiamento, central de triagem e aterro de RSCC com beneficiamento e, central de triagem com aterro de RSCC.

O licenciamento ambiental é indispensável nos casos de empreendimentos referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, pois de acordo com Vilhena (2010, p. 312), “todo empreendimento considerado potencialmente poluidor deve realizar o licenciamento ambiental para a definição de sua localização, instalação e operação junto ao órgão competente (federal, estadual ou municipal)”.

Sobre as licenças necessárias para a construção e operação de um aterro sanitário, Vilhena (2010, p. 312) as conceitua da seguinte forma:

- Licença Prévia (LP): Solicitada ainda na fase de concepção do empreendimento, esta licença geralmente requer apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o qual deverá conter as alternativas tecnológicas e locacionais consideradas e a análise de viabilidade ambiental do empreendimento.
- Licença de Implantação (LI): Uma vez demonstrada a viabilidade ambiental do empreendimento (o que ocorre com a obtenção da LP), a LI permitirá ao empreendedor iniciar a implantação das obras. Para a emissão dessa licença, deverá ser apresentada documentação técnica e demais autorizações que comprovem o cumprimento de todas as exigências estabelecidas na fase de LP.
- Licença de Operação (LO) ou Licença de Funcionamento: a LO permitirá ao empreendedor dar início a suas atividades normais. Assim como nas anteriores, requer apresentação de documentação técnica que comprove o cumprimento das exigências e condicionantes estabelecidas nas fases anteriores (LP e LI), tais como medidas compensatórias, assinatura de termos de compromisso, reposição vegetal, entre outras.

Também, conforme Vilhena (2010) podem ser exigidos outros documentos antes da LP. Um exemplo a ser ressaltado refere-se ao caso da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, que elaborou uma normatização sobre os

procedimentos para o licenciamento ambiental. A Figura 10 apresenta o Fluxograma de atividades para avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo.

Essa normatização criada pelo Estado de São Paulo acrescentou a necessidade da apresentação de outros documentos, antes da obtenção da LP, tendo em vista o tipo de empreendimento impactante. De acordo com a Figura 10, deve ser apresentado o Relatório Ambiental Preliminar (RAP), para definir, então, se será necessária a elaboração do EIA/RIMA, para a obtenção da LP, ou se esta será concedida sem a sua exigência.

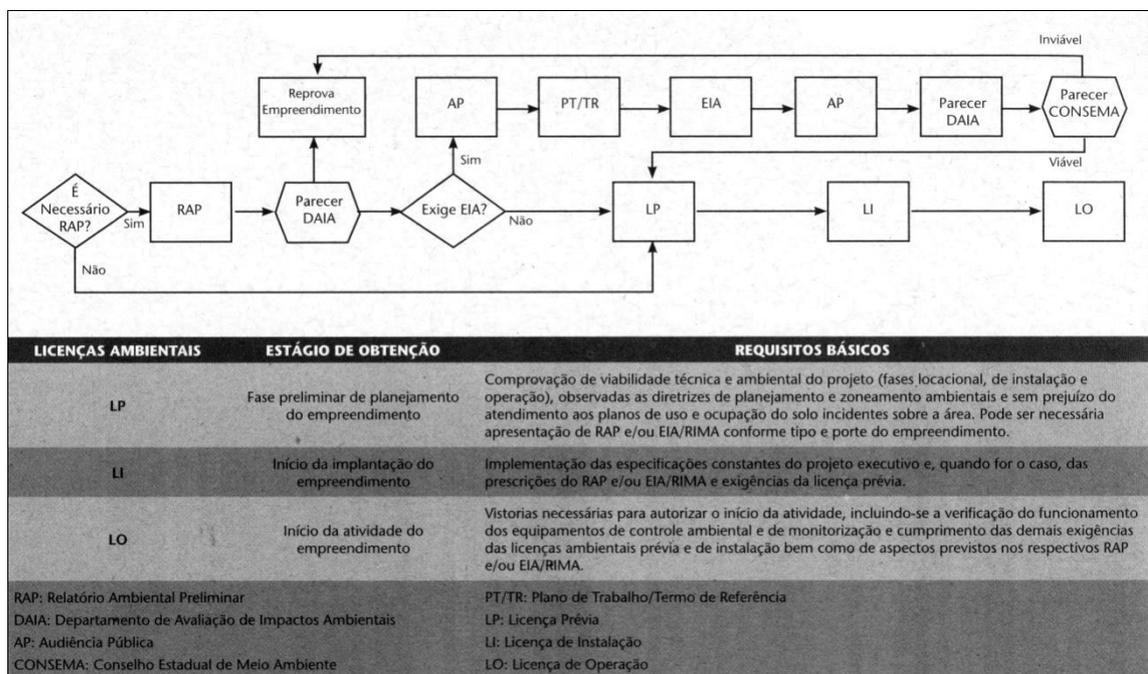


Figura 10 - Fluxograma de atividades para avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo.  
 Fonte: Vilhena, 2010, p. 314.

Vilhena (2010, p. 315), acrescenta que “a avaliação de impacto ambiental é um instrumento de planejamento que permite associar precauções ambientais às estratégias do desenvolvimento sócio econômico, podendo minimizar os danos ambientais de um projeto”.

### 3. METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (2004), todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos. Em contrapartida, nem todos os ramos de estudo que empregam esses métodos são ciências, o que significa que o uso dos métodos científicos não é da competência exclusiva da ciência. Contudo, não há ciência sem o emprego dos métodos científicos.

Por sua vez, Vergara (2000) explica que existem, basicamente, três grandes métodos científicos. Ele se refere ao método hipotético-dedutivo, ao fenomenológico e ao dialético. Além desses, outros ainda são lembrados, como a *grounded-theory*, a etnografia, a análise de conteúdo, a técnica *Delphi*, o método comparativo, o sistêmico, aqueles que se utilizam de técnicas estatísticas descritivas ou inferenciais, entre outros.

No que diz respeito às pesquisas, elas podem ser classificadas conforme a abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos. No que tange à abordagem do problema, as pesquisas são classificadas em qualitativa e quantitativa. Assim que, para Lakatos e Marconi (2004, p. 269), a pesquisa qualitativa “preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano”. A pesquisa qualitativa possui métodos diferentes de coletar e analisar dados em relação ao método quantitativo, que se caracteriza pelo emprego de métodos estatísticos nas pesquisas.

Tendo em vista o descrito anteriormente, esta pesquisa classifica-se, quanto à abordagem do problema, como de natureza qualitativa. Isso se justifica pelo fato de que devem ser compreendidas situações, interpretados fatos ou fenômenos ligados aos dados e informações coletados, levando-se em conta o contexto e o ambiente de ocorrência.

Quando se considera o objetivo da pesquisa, o estudo a ser realizado classifica-se como exploratório-descritivo. As pesquisas descritivas, segundo Gil (2010, p. 27), “têm como objetivo a descrição das características de determinada população. Podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis”. Ainda conforme Gil, (2010, p. 28), algumas pesquisas

descritivas “vão além da simples identificação de existência de relações entre variáveis, e pretendem determinar a natureza dessa relação”.

De acordo com Gil (2010, p. 57), a pesquisa exploratória deve “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”.

Com relação aos procedimentos metodológicos, o estudo utilizou-se da análise documental, que de acordo com Gil (2010, p. 30) “vale-se de toda sorte de documentos, elaborados com finalidades diversas, tais como assentamento, autorização, comunicação, etc., ou seja, quando o material consultado é interno à organização”. Assim que, utilizou-se de leis (federais, estaduais e municipais) relacionadas a resíduos sólidos urbanos, além de pesquisas, como a PNSB (2008) e estatísticas (IBGE). Além disso, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, uma vez que fez uso de informações, como as atividades componentes de um Aterro Sanitário, propostas por Sánchez (2008).

A pesquisa se utiliza, também, da técnica de levantamento. O que se justifica pelo fato de terem sido coletadas informações junto a especialistas da área, para realizar a avaliação de impactos ambientais. Isso se deu através de entrevista com um biólogo e uma engenheira ambiental. Ademais, ressalta-se que ambos os entrevistados são funcionários públicos municipais e atuam na Secretaria de Meio Ambiente de um município da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Para que fossem avaliados quantitativa e qualitativamente os impactos ambientais associados aos Aterros Sanitários, foi necessário utilizar-se das atividades componentes de Aterros Sanitários, propostas por Sánchez (2008), na Matriz de Interação, com o auxílio do método “Ad hoc” (método que se constitui na reunião de especialistas em meio ambiente), em relação aos compartimentos ambientais (solo, água, ar, flora, fauna, microrganismos e homem).

Para tanto, buscou-se uma forma diferenciada de quantificar esses impactos a partir das atividades impactantes descritas por Sánchez (2008). Com base nos critérios para a classificação qualitativa dos impactos ambientais, foi possível realizar a quantificação dos critérios, conforme o grau de maior importância ou menor importância, como pode ser verificado na Tabela 2.

Com base na quantificação dos Impactos Ambientais a partir dos critérios da classificação qualitativa de impactos ambientais, e com o auxílio de especialistas em aterros sanitários (biólogo e engenheiro ambiental), foi elaborada a matriz de

interação, demonstrando a relação entre as atividades impactantes e os componentes ambientais.

Tabela 2 – Classificação quantitativa de impactos ambientais

Critérios qualitativos		Sigla	Quantificação
Critério de Valor	Positivo	+	
	Negativo	-	
Critério de Ordem	Direto	D	1
	Indireto	I	0
Critério de Espaço	Local	L	1
	Regional	R	2
	Estratégico	E	3
Critério de Tempo	Curto Prazo	C <sub>p</sub>	1
	Médio Prazo	M <sub>p</sub>	2
	Longo Prazo	L <sub>p</sub>	3
Critério de Dinâmica	Temporário	T	1
	Cíclico	C	2
	Permanente	P	3
Critério de Plástica	Reversível	R	1
	Irreversível	I	2

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os métodos e técnicas de avaliação de impactos ambientais, os que melhor permitem a identificação e avaliação de impactos ambientais em aterros sanitários são a Rede de Interação e a Matriz de Interação, respectivamente, tendo, ainda, a necessidade do auxílio do método do *Ad Hoc* (especialistas sobre o assunto, com conhecimentos consolidados), para que se atinjam os objetivos propostos.

Para que ocorra a identificação e avaliação de impactos ambientais associados a Aterros Sanitários, é preciso saber quais as atividades impactantes que podem ocorrer em virtude da instalação, operação e desativação de um empreendimento impactante. Assim que, o modelo proposto por Sánchez (2008), com as principais atividades componentes de um aterro de resíduos, serviu como

base para a determinação dos métodos para identificar e avaliar os impactos ambientais.

Na Matriz de Interação identificaram-se, com base no critério de valor negativo e positivo, as atividades de maior potencial impactante. Estas foram selecionadas para a identificação dos Impactos Ambientais em cadeia, sendo que desta forma atende-se ao princípio da materialidade. De acordo com Sá e Sá, (2009, p. 309), este princípio reza que “as demonstrações devem evidenciar todos os elementos relevantes que possam afetar avaliações ou influir sobre decisões”.

Além disso, a identificação dos Impactos Ambientais em cadeia, a partir das Atividades Impactantes mais significativas, foi possível com a utilização da técnica da Rede de Interação. Assim, tornou-se possível visualizar, em ordem cronológica, a ocorrência dos Impactos Ambientais até, em último nível, se atingir o ser humano (sua saúde e bem-estar).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Este capítulo tem por função principal apresentar os resultados obtidos com o emprego das técnicas e procedimentos metodológicos previstos na seção de Metodologia.

### **4.1 Avaliação de Impactos Ambientais**

A Avaliação de Impactos Ambientais constitui-se em uma atividade importante no processo de licenciamento ambiental. Por conseguinte, a mesma servirá de base para a decisão do órgão competente pelo processo licenciatório deferir, ou não, a solicitação para a construção do Aterro Sanitário. Então, considerando as atividades impactantes componentes de um aterro de resíduos, proposta por Sánchez (2008), foi realizada a avaliação de impactos ambientais sobre os principais compartimentos ambientais. Posto isto, o método utilizado para a Avaliação de Impactos Ambientais foi o da Matriz de Interação.

O Quadro 3 demonstra a Avaliação de Impactos Ambientais, que considera os compartimentos ambientais existentes, ou seja, relacionados ao meio físico (solo, água e ar), biótico (fauna, flora e microrganismos) e antrópico (homem).

Por sua vez, a Matriz de Interação apresenta em seu modelo, além das prováveis atividades impactantes, apenas a informação sobre o compartimento ambiental afetado. Dessa maneira, foram agregadas informações quanto à classificação qualitativa de impactos ambientais, bem como quanto à importância e grau de significância do impacto gerado, que se constituem em critérios de avaliação de ordem quantitativa.

Cabe lembrar, no entanto, que para Silva (1999) os impactos ambientais podem ser avaliados qualitativamente. Isso, considerando Critérios de Valor (positivo ou negativo), Critérios de Ordem (direto ou indireto), Critérios de Espaço (impacto local, regional e estratégico), assim como Critérios de Tempo (curto prazo, médio prazo e longo prazo), Critérios de Dinâmica (temporário, cíclico e permanente) e, Critérios de Plástica (reversível e irreversível). Já na avaliação quantitativa de impactos ambientais, Silva (1999, p. 50) diz que “deve ser observado que o objetivo

é fornecer uma visão da magnitude do impacto, ou seja, do grau de alteração no valor de um parâmetro ambiental, em termos quantitativos”.

Na matriz de interação, quando identificada a possibilidade de geração de impacto ambiental pela atividade impactante, procedeu-se a avaliação da qualidade do impacto e sua importância. Isso significa que foram verificadas quais as atividades impactantes elencadas por Sanchez (2008), que geram impactos positivos mais intensos, bem como, quais causam impactos negativos mais intensos, para o meio ambiente.

Essa intensidade foi avaliada a partir do somatório entre os graus, segundo os Critérios de Valor (positivo ou negativo), os Graus de Importância obtidos pela soma dos valores designados para cada critério da classificação qualitativa de impactos ambientais, Critérios de Ordem (Direto ou Indireto), Critérios de Espaço (Local, Regional ou Estratégico), Critérios de Tempo (Curto Prazo, Médio Prazo ou Longo Prazo), Critérios de Dinâmica (Temporário, Cíclico ou Permanente), bem como Critérios de Plástica (Reversível ou Irreversível), demonstrados na Tabela 3.

O Quadro 3 apresenta a Avaliação Qualitativa e Quantitativa de Impactos Ambientais associados a Aterros Sanitários.

(continua)

Classificação Qualitativa e Quantitativa de Impactos Ambientais								
Fases	Atividades Componentes de um Aterro Sanitário	Compartimentos Ambientais						
		Físico			Biótico			Antropico
		Solo	Água	Ar	Flora	Fauna	Microorganismos	Homem
FASE DE PLANEJAMENTO	Estudos de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de localização							
	Investigações geotécnicas preliminares							
	Divulgação do empreendimento							
	Declaração de utilidade pública e anúncio de desapropriações							
FASE DE IMPLANTAÇÃO: ATIVIDADES PREPARATÓRIAS	Execução das desapropriações						-8DLC <sub>p</sub> PI	
	Pagamento de indenizações						+8DLC <sub>p</sub> PI	
	Contratação de serviços						+5DLC <sub>p</sub> TR	
	Contratação de mão de obra						+5DLC <sub>p</sub> TR	
	Implantação do canteiro de obras	-5DLC <sub>p</sub> TR	-5DLC <sub>p</sub> TR	-5DLC <sub>p</sub> TR	-10DLL <sub>p</sub> PI	-10DLL <sub>p</sub> PI	-5DLC <sub>p</sub> TR	-5DLC <sub>p</sub> TR
	Deslocamento de máquinas	-5DLC <sub>p</sub> TR		-5DLC <sub>p</sub> TR		-5DLC <sub>p</sub> TR		-5DLC <sub>p</sub> TR
	Aquisição de bens e insumos							+5DLC <sub>p</sub> TR
	Estocagem de bens e insumos	-5DLC <sub>p</sub> TR						
Remoção da vegetação	-8DLL <sub>p</sub> CR		-5DLC <sub>p</sub> TR	-7DLC <sub>p</sub> PR	-6ILC <sub>p</sub> PR	-4ILC <sub>p</sub> TR		
FASE DE IMPLANTAÇÃO: IMPLANTAÇÃO DO ATERRRO	Escavações para preparação de células	-5DLC <sub>p</sub> TR	-4ILC <sub>p</sub> TR	-5DLC <sub>p</sub> TR			-4ILC <sub>p</sub> TR	
	Compactação do solo do fundo das células	-8DLL <sub>p</sub> TI						
	Instalação de sistema de drenagem no fundo e nos taludes laterais	+10DLL <sub>p</sub> PI						
	Instalação de manta impermeável no fundo e nos taludes laterais	+10DLL <sub>p</sub> PI						
	Instalação de dutos para coleta de biogás	+10DLL <sub>p</sub> PI						
	Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais	+9ILL <sub>p</sub> PI	+10DLL <sub>p</sub> PI					
	Perfuração de poços de monitoramento das águas subterrâneas	+9ILL <sub>p</sub> PI	+10DLL <sub>p</sub> PI					
	Construção de guaritas, escritórios e demais instalações							+8DLC <sub>p</sub> PI

(continuação)

Classificação qualitativa de Impactos Ambientais								
Fases	Atividades Componentes de um Aterro Sanitário	Compartimentos Ambientais						
		Físico			Biótico			Antropico
		Solo	Água	Ar	Flora	Fauna	Microorganismos	Homem
FASE DE IMPLANTAÇÃO: IMPLANTAÇÃO DO ATERRO	Instalação de cerca	+10DLL <sub>p</sub> PI				+8DLC <sub>p</sub> PI	+8DLC <sub>p</sub> PI	
	Implantação da cortina vegetal	+10DLL <sub>p</sub> PI		+10DLL <sub>p</sub> PI	+10DLL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI	+10DLL <sub>p</sub> PI	
	Circulação de caminhões pelas vias de acesso	-5DLC <sub>p</sub> TR		-5DLC <sub>p</sub> TR		-7DLC <sub>p</sub> CI		
	Recebimento e pesagem dos caminhões							
	Descarga dos caminhões			-5DLC <sub>p</sub> TR				
FASE DE OPERAÇÃO	Compactação do lixo							
	Recobrimento do lixo com terra	+8DLC <sub>p</sub> PI		+8DLC <sub>p</sub> PI		+8DLC <sub>p</sub> PI	+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Coleta de chorume	+8DLC <sub>p</sub> PI	+8DLC <sub>p</sub> PI				+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Tratamento de chorume ou encaminhamento para a estação de tratamento	+8DLC <sub>p</sub> PI	+8DLC <sub>p</sub> PI				+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)			+8DLC <sub>p</sub> PI			+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Conservação e manutenção de áreas verdes	+8DLC <sub>p</sub> PI			+8DLC <sub>p</sub> PI	+7ILC <sub>p</sub> PI	+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Monitoramento ambiental	+8DLC <sub>p</sub> CI	+8DLC <sub>p</sub> CI	+8DLC <sub>p</sub> CI			+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Recobrimento definitivo com solo	+10DLL <sub>p</sub> PI			+9ILL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI
	Plantio de gramíneas nas bermas e taludes	+10DLL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI		+9ILL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI	+9ILL <sub>p</sub> PI
	Monitoramento geotécnico	+8DLC <sub>p</sub> CI						
FASE DE DESATIVAÇÃO	Monitoramento ambiental	+8DLC <sub>p</sub> CI	+8DLC <sub>p</sub> CI	+8DLC <sub>p</sub> CI			+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Tratamento de chorume ou encaminhamento para estação de tratamento	+10DLL <sub>p</sub> PI	+10DLL <sub>p</sub> PI				+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)			+10DLL <sub>p</sub> PI			+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)			+10DLL <sub>p</sub> PI			+7ILC <sub>p</sub> PI	
	Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)			+10DLL <sub>p</sub> PI			+7ILC <sub>p</sub> PI	

Quadro 3 – Avaliação Qualitativa e Quantitativa de Impactos Ambientais Associados a Aterros Sanitários

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da avaliação apresentada no Quadro 3, verificou-se, individualmente, cada compartimento ambiental. Ficou demonstrada a quantidade de impactos ambientais que ocorreram em cada compartimento ambiental; quais as fases de um aterro sanitário, que geram mais impactos; se a maioria dos impactos é positiva ou negativa; e qual o compartimento ambiental mais afetado.

O solo, que é um tipo de compartimento ambiental ligado ao meio físico, apresentou mais impacto positivo do que negativos, quando da implantação de um Aterro Sanitário. Contudo, cabe lembrar que esse resultado refere-se a um Aterro Sanitário que cumpre todas as premissas previstas nas legislações, as quais diminuem a ocorrência ou a intensidade dos impactos ambientais e segue as atividades previstas em um Aterro Sanitário, descritas por Sánchez (2008). A Figura 11 apresenta a Avaliação de Impactos Ambientais relativas ao Solo.

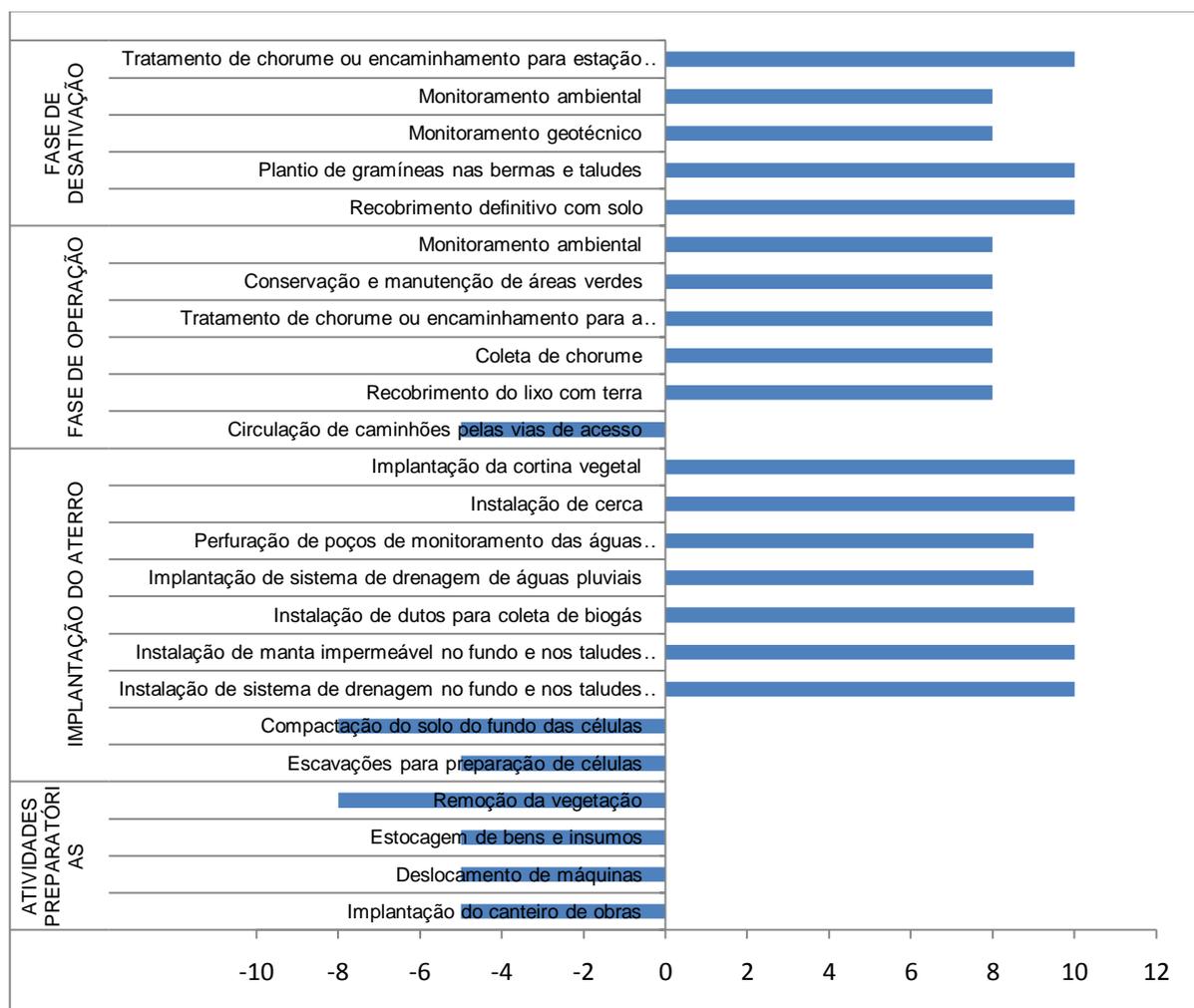


Figura 11 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Solo

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Figura 11, verifica-se que a maioria dos impactos negativos que ocorrem sobre o solo refere-se à fase inicial do aterro sanitário, ou seja, à fase de Atividades Preparatórias. Isto porque, depois de modificadas as propriedades ou características do solo (atividades preparatórias), as outras fases trazem atividades que geram impactos, porém esses são positivos. O que se justifica pelo fato de serem desenvolvidas para proteger este compartimento ambiental, dos impactos ambientais negativos que um Aterro Sanitário pode gerar.

Dessa maneira, nas fases que seguem a atividade preparatória, a maioria dos impactos é do tipo positivo. Apenas na fase de operação foi identificado um impacto ambiental negativo, na atividade de “Circulação de caminhões pelas vias de acesso”, devido à compactação do solo, que irá ocorrer em virtude da movimentação de veículos pesados.

Quanto à Avaliação de Impactos Ambientais sobre o compartimento Água, também foram encontrados mais impactos positivos do que negativos. Na Fase de Planejamento não foram encontrados impactos ambientais sobre este compartimento. Já nas outras fases, foram identificados e avaliados mais impactos de natureza positiva.

A Figura 12 apresenta a Avaliação de Impactos Ambientais sobre a Água.

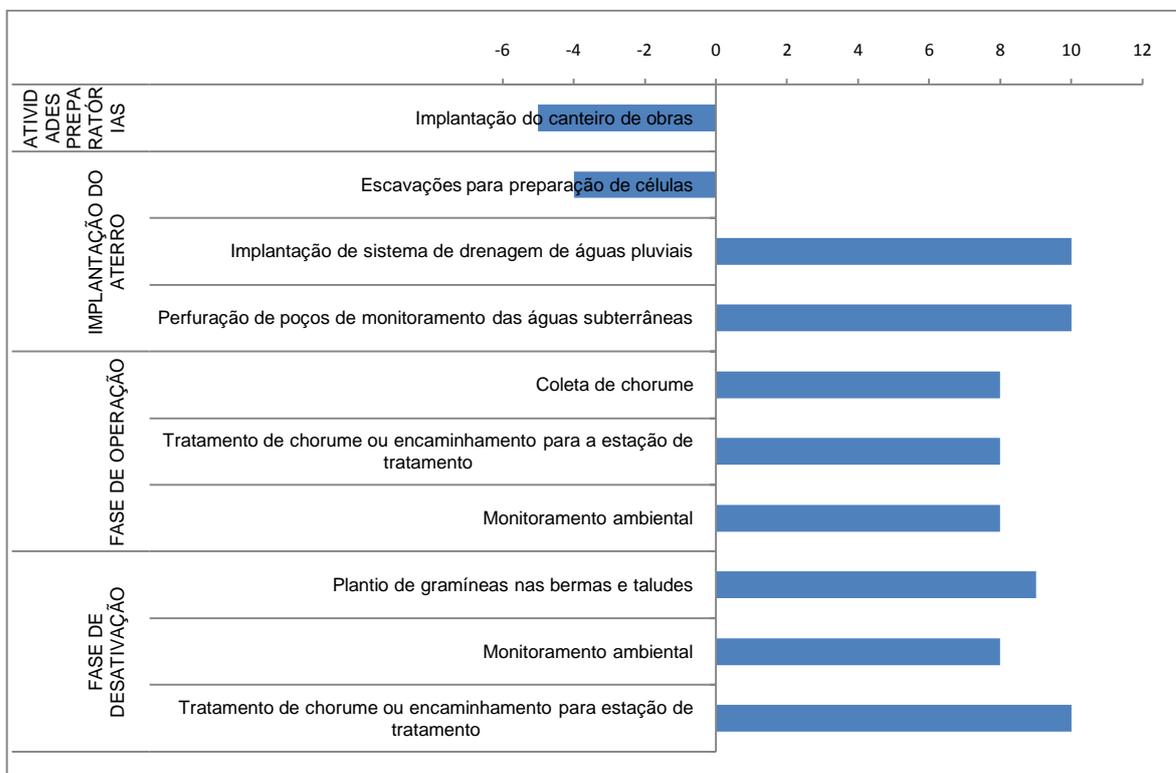


Figura 12 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Água  
Fonte: Elaborado pela autora.

Na atividade correspondente à Implantação do canteiro de obras, consegue-se verificar a possibilidade de causar impactos negativos e diretos sobre a água. Na fase de implantação do aterro, o impacto negativo identificado refere-se à atividade de Escavações para preparação das células, sendo esta uma ação capaz de afetar a água, de forma indireta.

Quanto às outras atividades que podem causar impactos ambientais na água, avaliou-se que esses seriam impactos positivos. Eles se referem à Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais, à Perfuração de poços de monitoramento das águas subterrâneas, à Coleta de chorume, ao tratamento de chorume ou encaminhamento para a estação de tratamento. Além desses, também se referem ao Monitoramento ambiental, ao Plantio de gramíneas nas bermas e taludes, ao Monitoramento ambiental e Tratamento de chorume ou encaminhamento para a estação de tratamento (fase de desativação).

O fato de a análise da água apresentar mais impactos positivos deve-se às atividades desenvolvidas a partir da fase de implantação do aterro. Elas se referem a atividades que visam à proteção da água. Portanto, podem causar impactos positivos sobre este compartimento ambiental.

A avaliação de impactos ambientais no último compartimento ambiental do meio físico – o Ar - evidenciou mais impactos negativos do que positivos. Novamente, não se verificaram prováveis impactos das atividades de planejamento de um Aterro Sanitário. A Figura 13 apresenta a Avaliação de Impactos Ambientais sobre o compartimento físico Ar.

Ressalta-se que os impactos ambientais de natureza negativa foram observados nas atividades referentes às atividades preparatórias, para a instalação do aterro sanitário, como a Implantação do canteiro de obras, o Deslocamento de máquinas e a Remoção da vegetação.

Na fase de implantação do aterro, por sua vez, considerou-se como impacto ambiental negativo o decorrente das Escavações para a preparação de células. Já na fase de operação do aterro sanitário, a Circulação de caminhões pelas vias de acesso e a Descarga desses veículos, também foram elencadas como atividades causadoras de impactos ambientais negativos. Todas estas atividades geram impactos negativos, principalmente, devido ao aumento da poluição e poeiras.

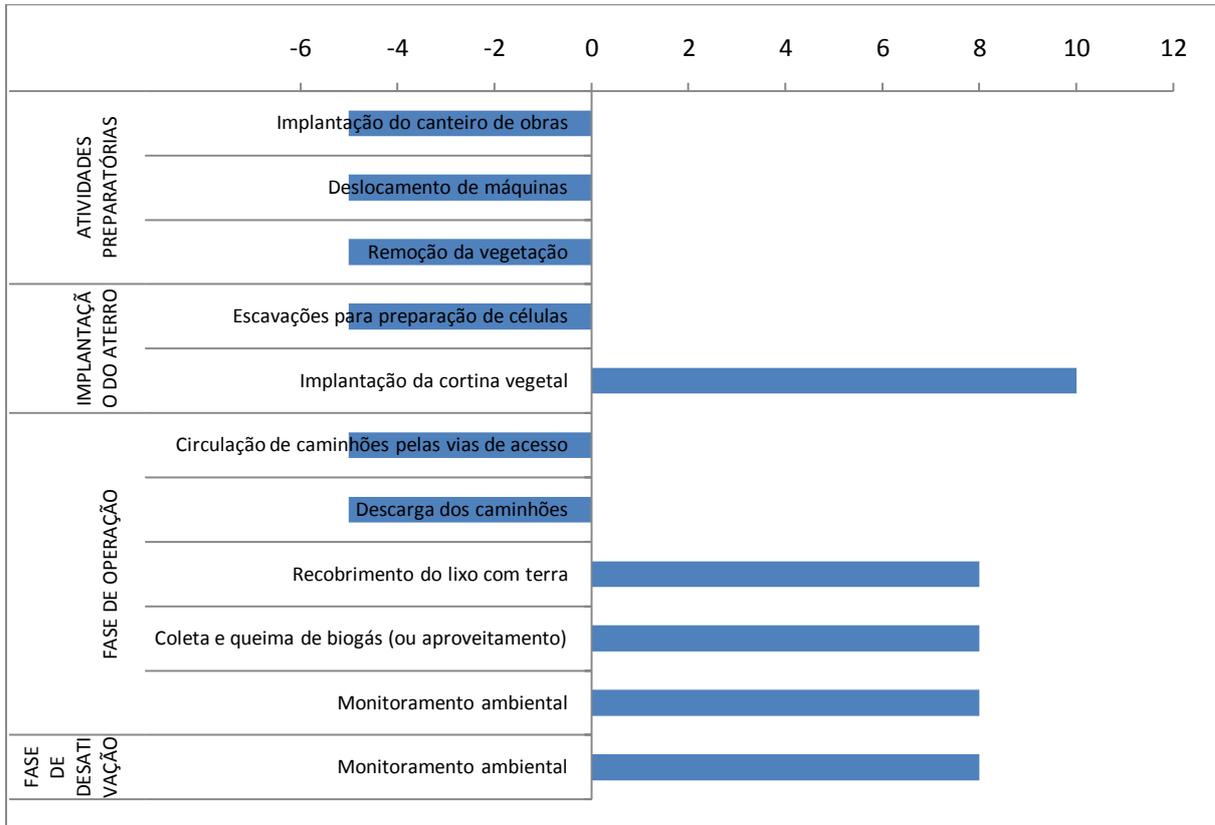


Figura 13 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Ar  
Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as informações da Figura 13, observa-se que existe uma atividade que causaria impacto positivo sobre o ar, na fase de implantação do aterro, a Implantação da cortina vegetal.

Na fase de operação, foram identificadas como aspectos positivos as atividades de Recobrimento do lixo com terra, a Coleta e queima do biogás (ou aproveitamento), o Monitoramento ambiental e a Continuidade do Monitoramento ambiental na fase de desativação. Todas estas ações fazem com que se diminua a poluição e poeira do local. Portanto, são considerados fatores positivos, em relação ao compartimento ar.

A flora é um compartimento ambiental ligado ao meio biótico. Além deste, ainda existem a fauna e os microrganismos, pertencentes ao meio. Nestes compartimentos do meio biótico verificaram-se, na avaliação de impactos ambientais relacionada às atividades impactantes elencadas no Quadro 3, que poucas afetam, tanto positiva quanto negativamente, a flora, a fauna e os microrganismos.

Na Figura 14 é possível vislumbrar quais as atividades que geram impactos, positivos ou negativos, sobre a flora existente no local onde se pretende instalar um Aterro Sanitário.

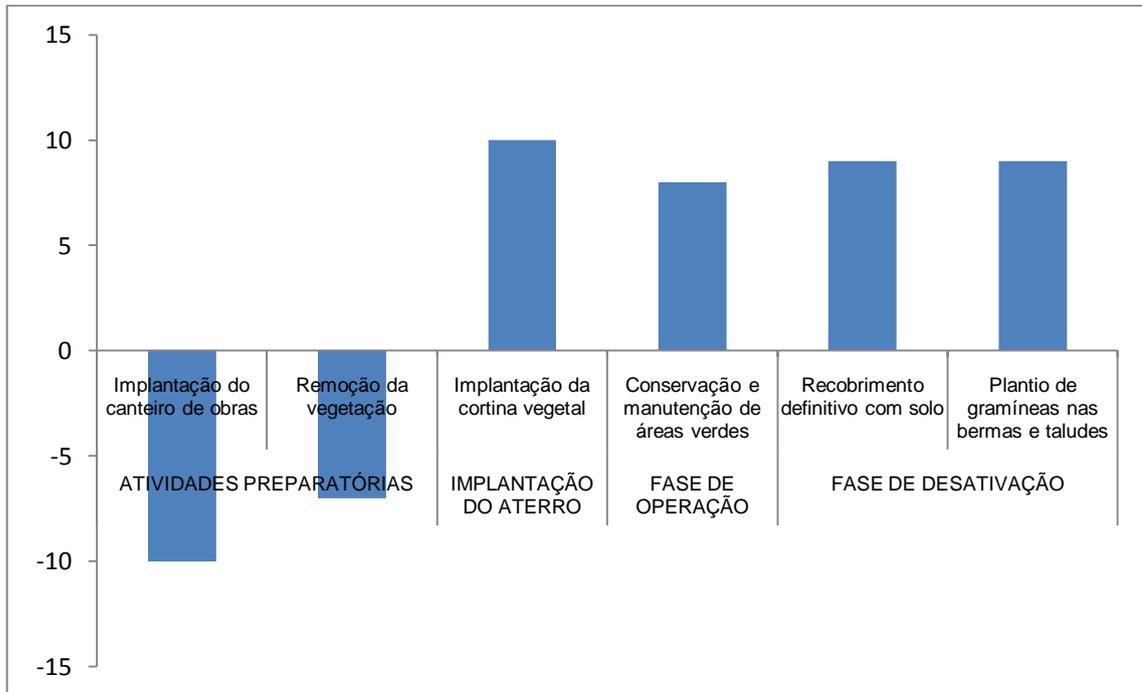


Figura 14 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Flora  
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme a Figura 14, nas atividades preparatórias existe a possibilidade de ocorrer impactos negativos sobre a flora. Isso, especialmente nas fases de Implantação do canteiro de obras e na Remoção da vegetação. Na verdade, essas são duas atividades dependentes, pois se não houver remoção da vegetação, provavelmente, não será possível a implantação do canteiro de obras. Por sua vez, como aspectos positivos para a flora é possível destacar a Implantação da cortina vegetal, na fase de implantação do aterro, além da Conservação e manutenção das áreas verdes, na fase de operação, e o Recobrimento definitivo com solo e o Plantio de gramíneas nas bermas e taludes, na fase de desativação.

Na Figura 15 é apresentada a Avaliação de Impactos Ambientais sobre a Fauna. Na implantação de um Aterro Sanitário, de conformidade com as normas legais, verifica-se a predominância de atividades que geram a proteção animal, isto é, impactos positivos. Como exemplo, lista-se a Instalação de cerca e a Cortina vegetal, na fase de implantação do aterro; a Conservação e manutenção das áreas

verdes, na fase de operação do Aterro Sanitário; o Recobrimento definitivo com solo e o Plantio de gramíneas nas bermas e taludes, na fase de desativação do aterro.

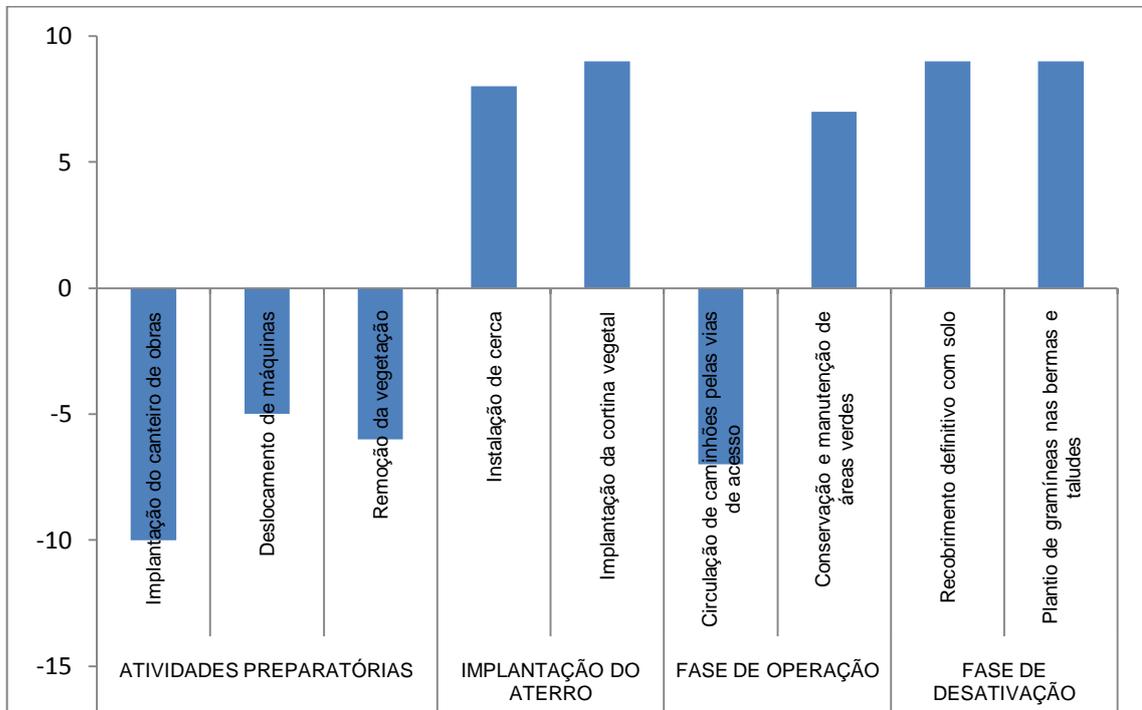


Figura 15 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Fauna

Fonte: Elaborado pela autora.

Em se tratando de atividade que gera impactos ambientais negativos para a fauna, é possível destacar a Implantação do canteiro de obras como a que gera mais impactos negativos. Esta atinge 10 (dez) pontos, conforme a avaliação demonstrada no Quadro 3. Isto expressa que os impactos negativos geralmente ocorrem na fase das atividades preparatórias, quando são alteradas as propriedades naturais dos compartimentos ambientais.

Ainda, na fase das atividades preparatórias, o Deslocamento de máquinas é considerado um gerador de impacto negativo, devido aos atropelamentos e mortes de animais, além do barulho que causam. Também, a remoção da vegetação impacta negativamente, pela saída daquelas criaturas de seu *habitat* natural. Por sua vez, na fase de operação do Aterro Sanitário, a atividade de Circulação de caminhões, pelas vias de acesso, traz impactos negativos pelo mesmo motivo do deslocamento de máquinas e isso culmina com atropelamentos e mortes de animais.

Na Figura 16 é apresentada a Avaliação de Impactos Ambientais sobre os Microrganismos.

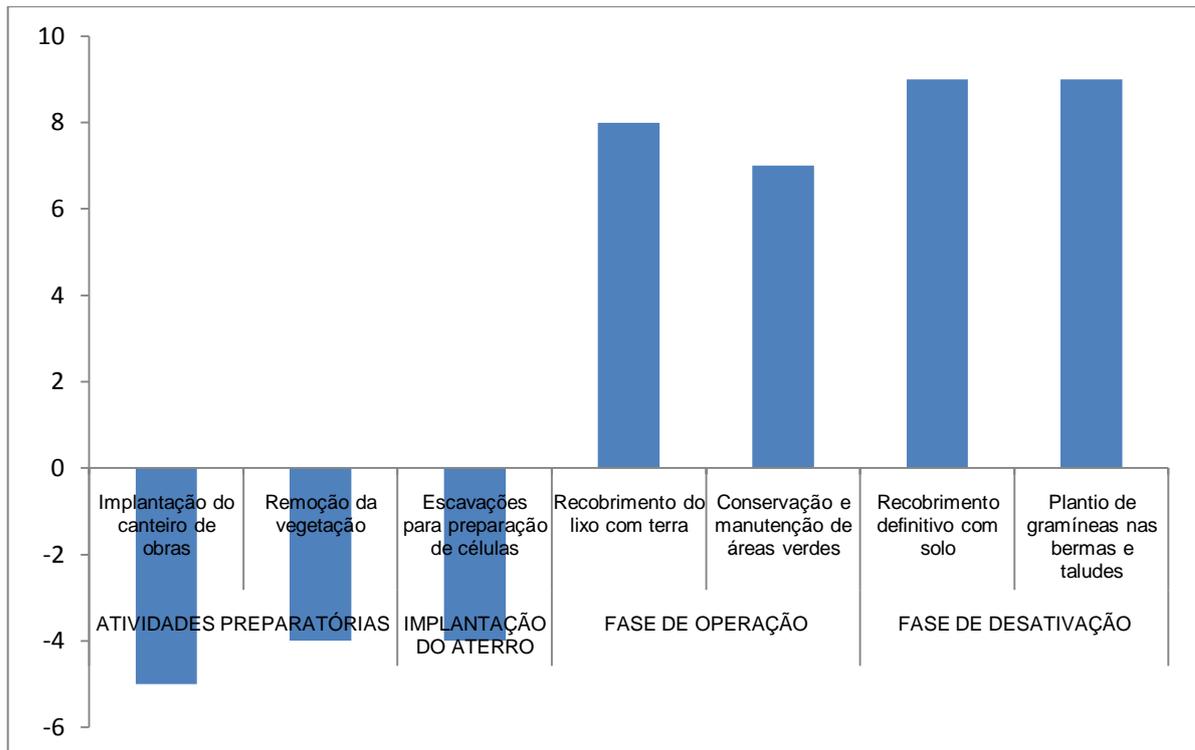


Figura 16 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Microorganismos

Fonte: Elaborado pela autora.

Pelas informações evidenciadas na Figura 16, os microrganismos podem sofrer impactos ambientais negativos nas fases referentes às Atividades preparatórias e à Implantação do aterro, com as atividades de Implantação do canteiro de obras, de Remoção da Vegetação e de Escavações para preparação de células.

As atividades decorrentes das fases de operação e desativação do Aterro Sanitário trazem impactos de caráter positivo para os microrganismos. Isso se dá, principalmente, no tocante ao Recobrimento do solo com terra, Conservação e manutenção das áreas verdes, Recobrimento definitivo com solo e Plantio de gramíneas nas bermas e taludes. Tais atividades são de caráter preventivo à manifestação de microrganismos.

O último compartimento ambiental onde foram avaliados os impactos ambientais associados à instalação de um Aterro Sanitário foi o Homem, constituinte do meio Antrópico. Ele foi o único compartimento ambiental impactado pela atividade de Execução das Desapropriações, sendo este um impacto negativo. Contudo, na mesma fase, a atividade de pagamento das indenizações foi considerada positiva, o

que terminou por causar impacto positivo ao referido. No entanto, cabe ressaltar que a natureza do impacto foi avaliada de forma isolada, entendendo a indenização como algo positivo.

Além do impacto negativo exposto anteriormente, constatou-se como geradores de impactos negativos, as atividades de Implantação do canteiro de obras e de Deslocamento das máquinas, pelo fato de ocorrerem possíveis sinistros, mortes, etc.

A Figura 17 demonstra a Avaliação de Impactos Ambientais sobre o compartimento Homem.

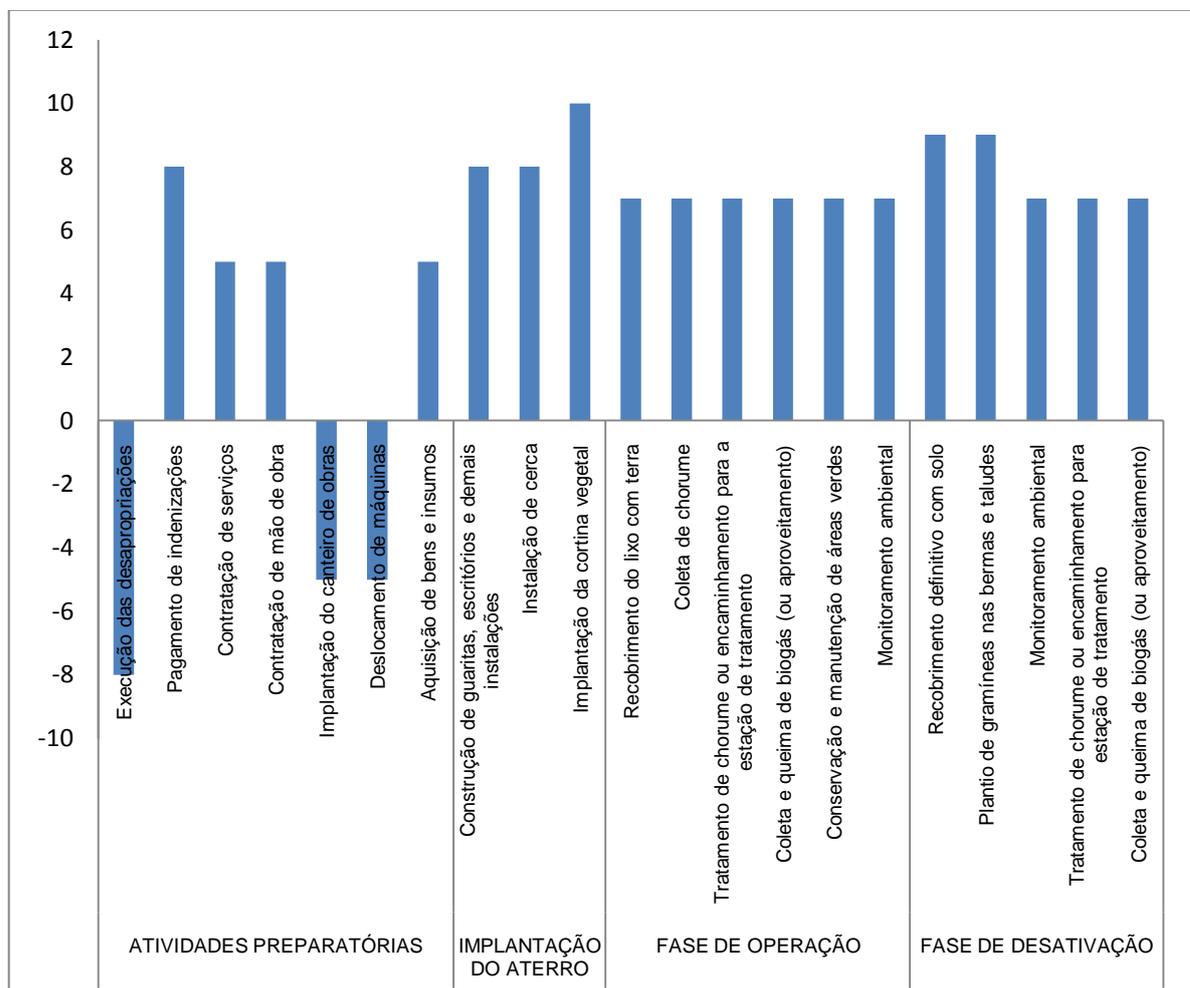


Figura 17 - Gráfico da Avaliação de Impactos Ambientais: Homem

Fonte: Elaborado pela autora.

Da mesma forma que o caso das desapropriações, que inicialmente causa um impacto negativo, mas quando do seu pagamento ocasiona um impacto positivo, a Implantação do canteiro de obras e o Deslocamento das máquinas, consideradas atividades de impacto negativo, são contrapontos da Contratação de serviços,

Contratação de mão de obra, da Aquisição de bens e insumos, que causam impactos positivos para o homem, pelas questões financeiras envolvidas.

Nas outras fases, como a de implantação do aterro, operação e desativação, as atividades demonstraram-se positivas para o meio antrópico. Na fase de implantação do aterro, a atividade de Implantação da cortina vegetal apresentou a maior pontuação positiva (10 pontos) sobre o compartimento homem, conforme evidenciado no Quadro 3. Esta foi seguida da Construção de guaritas, escritórios e demais instalações, além da Instalação de cerca, sendo que ambas atingiram oito pontos positivos (Quadro 3).

Na fase de operação do aterro, todas as atividades que poderiam causar impacto ao homem foram consideradas positivas, sendo elas Recobrimento do lixo com terra, Coleta do chorume, Tratamento do chorume ou encaminhamento para a estação de tratamento, Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento), Conservação e manutenção das áreas verdes e Monitoramento ambiental.

Na fase de desativação, os impactos positivos recaem sobre as atividades de Recobrimento definitivo com solo, Plantio de gramíneas nas bermas e taludes, Monitoramento ambiental, Tratamento de chorume ou encaminhamento para a estação de tratamento e coleta ou queima de biogás (ou aproveitamento).

Considerando todos os compartimentos ambientais analisados, o que significa o solo, a água, o ar, a flora, a fauna, os microrganismos e o homem, ressalta-se que em nenhum deles identificou-se a possibilidade de ocorrência de impactos ambientais, seja positivo ou negativo, na fase de planejamento de um Aterro Sanitário. Esta fase contempla as atividades de Estudos de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de localização, Investigações geotécnicas preliminares, Divulgação do empreendimento e, Declaração de utilidade pública e anúncio de desapropriações.

Os compartimentos que mostraram ser mais afetados pelas atividades da construção e operação de um Aterro Sanitário foram o Solo e o Homem. Contudo, nos dois casos os impactos positivos prevalecem sobre os impactos negativos. Já os compartimentos ambientais que apresentaram menos possibilidades de impactos ambientais diante das atividades elencadas, foram a Flora e os Microrganismos. Todavia, em todos os compartimentos, a maioria dos impactos ambientais que podem ocorrer em decorrência da instalação e operação de um Aterro Sanitário, apresenta natureza positiva.

Com base nos compartimentos ambientais e nas atividades impactantes que obtiveram maior grau de impactos negativos, de acordo com o Quadro 3, é possível analisar quais as atividades que geraram mais impactos ambientais negativos sobre os compartimentos ambientais, conforme a Figura 18.

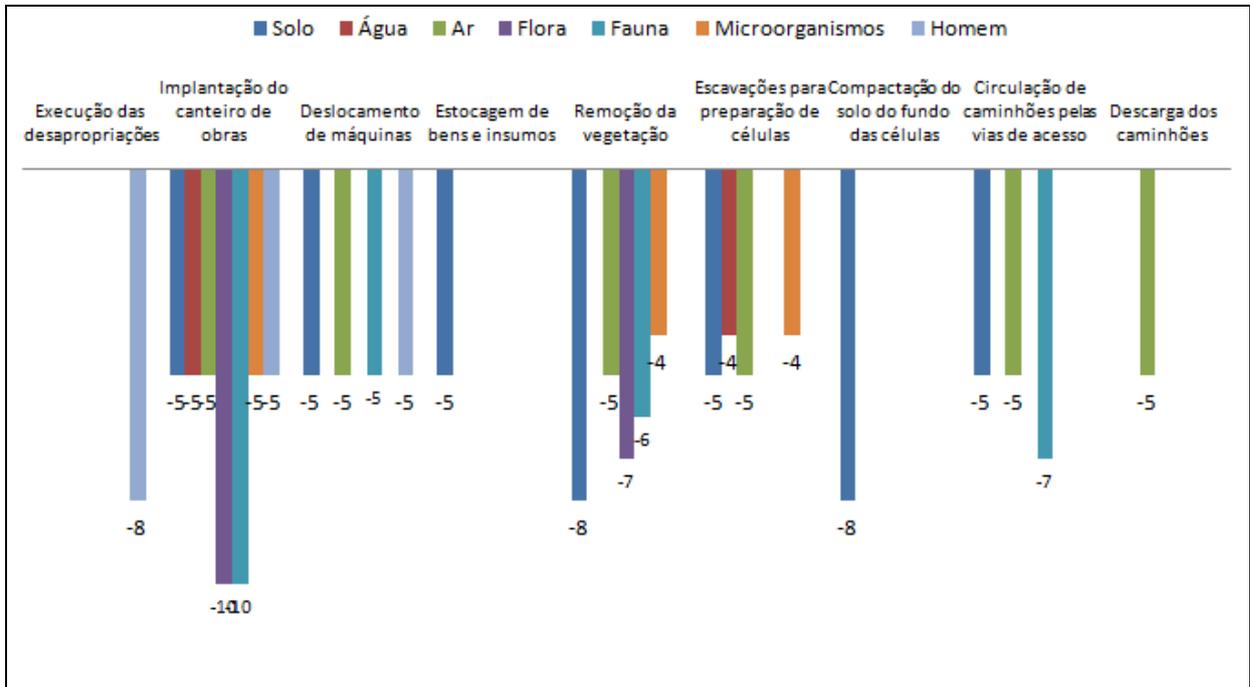


Figura 18 - Gráfico das Atividades que geram impactos ambientais negativos sobre os compartimentos ambientais

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Figura 18, a atividade de Implantação do canteiro de obras, na fase das Atividades preparatórias da construção de um Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos, é a atividade que pode afetar todos os compartimentos ambientais negativamente, quando da realização deste empreendimento impactante.

Além da atividade citada anteriormente, a Remoção da Vegetação afeta negativamente os compartimentos ambientais solo, ar, flora, fauna e microrganismos. O Deslocamento de máquinas pode trazer impactos ambientais negativos para o solo, o ar, a fauna e o homem. Já as Escavações para a preparação das células comprometem o solo, a água, o ar e os microrganismos.

As outras atividades que podem afetar de forma negativa os compartimentos ambientais, pela construção e operação de um Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos, são a Estocagem de bens e insumos, a Compactação do solo do fundo das células, a Circulação de caminhões pelas vias de acesso e a Execução das

desapropriações, sendo que estas afetam apenas um ou dois compartimentos ambientais, conforme pode ser visualizado no Gráfico 8.

De posse da informação de quais as atividades impactantes decorrentes da construção e operação de um Aterro Sanitário, descritas por Sánchez (2008), que podem afetar negativamente os compartimentos ambientais, conforme o Quadro 3, foi realizada a Identificação de Impactos Ambientais gerados a partir destas.

#### **4.2 Identificação de Impactos Ambientais**

A atividade de Implantação do canteiro de obras foi a que apresentou a possibilidade de afetar todos os compartimentos ambientais, como o solo, a água, o ar, a fauna, a flora, os microrganismos e o homem. A referida é uma atividade pertencente à fase de Implantação de um Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos, e está relacionada, especificamente, às Atividades preparatórias. Assim que, por ser uma Atividade que causa impactos ambientais negativos sobre todos os compartimentos ambientais, foi realizada a identificação dos impactos ambientais sobre esses, decorrentes desta atividade impactante, através de uma Rede de Interação.

A Figura 19 apresenta a Rede de Interação, com a identificação dos impactos ambientais negativos decorrentes da atividade de Implantação do canteiro de obras. A atividade impactante está demonstrada no primeiro nível da Rede de Interação, enquanto que os impactos ambientais negativos gerados por esta atividade estão representados no segundo nível. Por conseguinte, no terceiro nível estão previstas as medidas mitigadoras apontadas para reduzir ou eliminar com o impacto ambiental descrito.

A maioria dos impactos ambientais negativos identificados através da Rede de Interação, demonstrada na Figura 19, afeta o meio antrópico, ou seja, o homem. Isso se dá através das desapropriações, do aumento da poluição e das doenças respiratórias decorrentes deste, da geração de ruído e poeira pelos veículos, do aumento dos acidentes de trânsito, além de outros impactos que afetam indiretamente o homem, como a contaminação das águas, do solo, a degradação da vegetação, etc.

Apesar de esta atividade gerar vários impactos de natureza negativa sobre os compartimentos ambientais, é possível elencar, para cada um destes possíveis impactos, uma ou mais medidas mitigadoras. Estas últimas reduzem a intensidade ou magnitude do impacto sobre o meio ambiente ou, até mesmo, tratam de fazer cessar o impacto ambiental negativo, descrito.

Ainda, cabe salientar a importância da Implantação da cortina vegetal em um empreendimento como o Aterro Sanitário. Isso porque, ela se destaca como medida mitigadora sobre vários impactos ambientais negativos, identificados na Rede de Interação, como na Geração de ruído, poeira e poluição pelos veículos, Degradação estética da vegetação e perda da biodiversidade, assim como o Aumento da poluição e doenças respiratórias.

Outra medida mitigadora recorrente na Rede de Interação da Implantação do canteiro de obras foi o Plantio de gramíneas nas bermas e taludes, ou seja, nas laterais e nas partes onde há inclinações. Esta medida é uma alternativa para reduzir os impactos ambientais negativos, causados pela Alteração das características naturais do solo, da Degradação estética da vegetação e da perda da biodiversidade. E, no que se refere ao Recobrimento do lixo com terra, esta foi uma medida mitigadora apontada para os impactos ambientais negativos do tipo Acúmulo de resíduos com proliferação de vetores transmissores de doenças e Alteração/remoção dos microrganismos do ambiente natural.

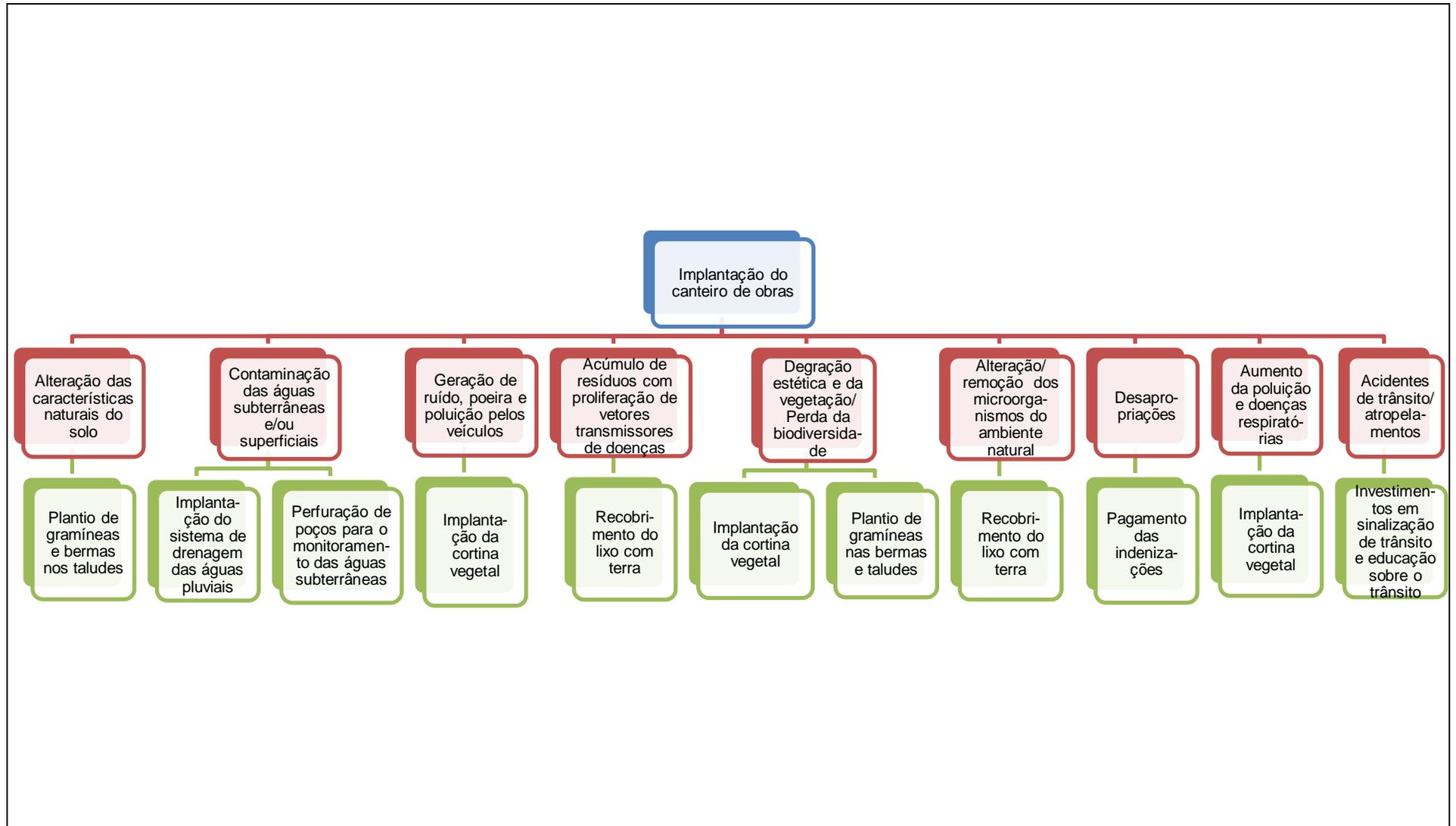


Figura 19 – Rede de Interação da Atividade de Implantação do canteiro de obras em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em todos os impactos ambientais negativos identificados na Rede de Interação da Implantação do canteiro de obras, demonstrada na Figura 19, precisamente no segundo nível, foi possível destacar uma ou mais medidas mitigadoras, constantes no terceiro nível da referida figura.

Sobre a atividade impactante Remoção da vegetação, que se demonstrou influenciar negativamente o solo, o ar, a flora, a fauna e os microrganismos, é possível vislumbrar, na Figura 20, os impactos ambientais negativos gerados por esta atividade, bem como as medidas mitigadoras elencadas para cada um destes.

Por sua vez, os possíveis impactos ambientais negativos decorrentes da Remoção da vegetação para a construção e operação de um Aterro Sanitário são a Degradação estética, a Perda da biodiversidade e a Migração de animais para outras áreas. Além desses, ainda pode-se destacar a Piora na qualidade do ar, a Contaminação do solo por microrganismos patogênicos, metais pesados e hidrocarbonetos clorados, bem como a Alteração/remoção dos microrganismos do ambiente natural. Estes impactos estão descritos no segundo nível da Rede de Interação, conforme a Figura 20.

No terceiro nível estão apontadas as medidas mitigadoras dos impactos ambientais negativos, descritos anteriormente, decorrentes da Remoção da vegetação em um Aterro Sanitário. Para a maioria dos impactos ambientais negativos previstos, as medidas mitigadoras, que podem diminuir ou cessar tais impactos, são a Implantação da cortina vegetal e o Plantio de gramíneas nas bermas e taludes, sendo que, estas ações afetariam positivamente sobre a Degradação estética, a Perda da biodiversidade, a Migração de animais para as outras áreas e a Piora na qualidade do ar.

Além disso, sobre estes impactos ambientais negativos, após a realização da medida mitigadora, é interessante que aconteça a Conservação e manutenção das áreas verdes no Aterro Sanitário, a fim de diminuir ainda mais esses impactos ambientais negativos, sobre o meio ambiente.

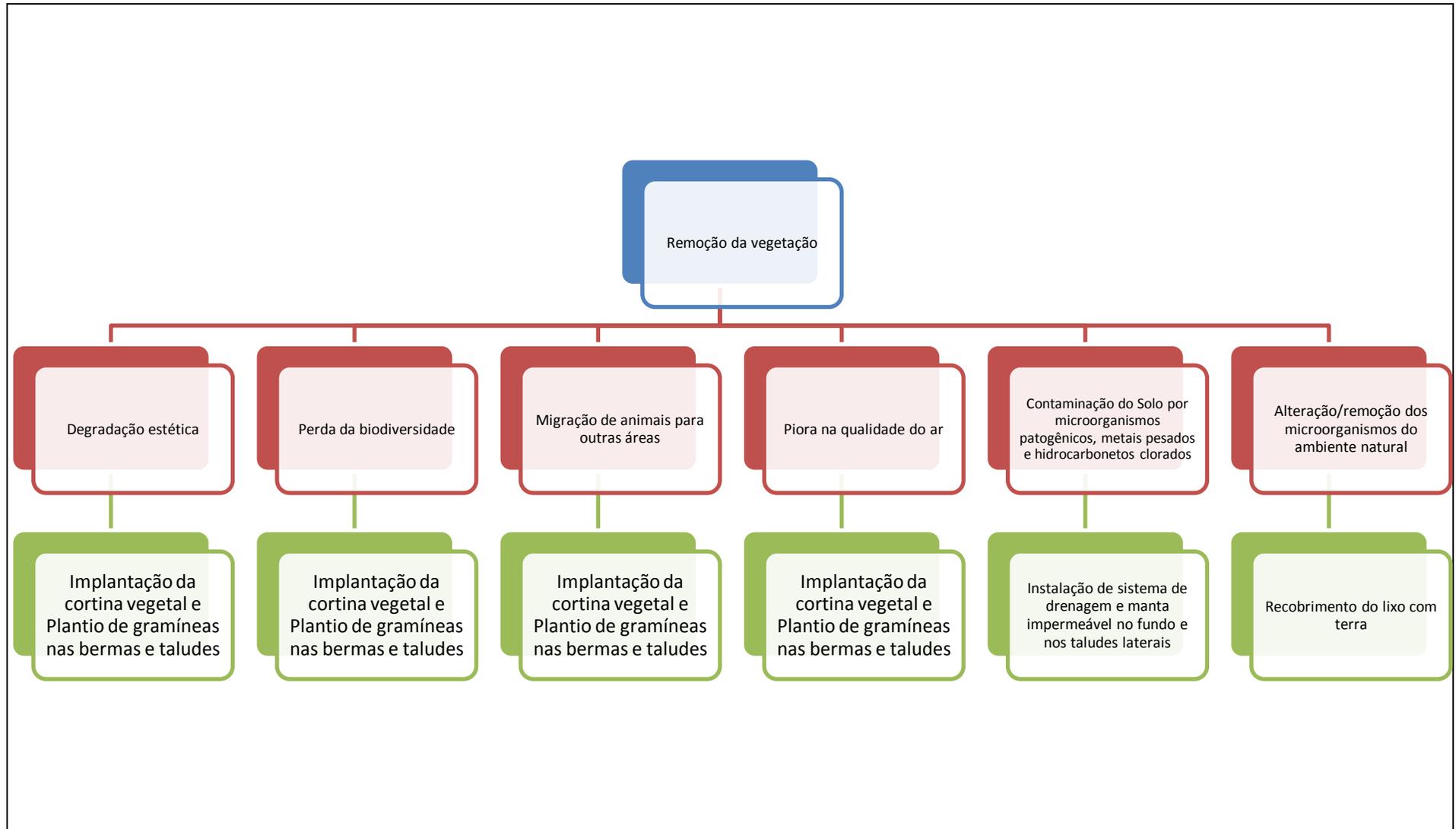


Figura 20 – Rede de Interação da Atividade de Remoção da Vegetação em um Aterro Sanitário.  
 Fonte: Elaborado pela autora.

No que tange ao impacto ambiental Contaminação do Solo por microrganismos patogênicos, metais pesados e hidrocarbonetos clorados, a alternativa para mitigar tal impacto é a Instalação de sistema de drenagem e manta impermeável no fundo e nos taludes laterais. Já a Alteração/remoção dos microrganismos do ambiente natural é um impacto ambiental negativo causado devido à Remoção da vegetação, mas que pode ser reduzido quando ocorrer o Recobrimento do lixo com terra.

Outra atividade que demonstrou afetar vários compartimentos ambientais, a partir dos impactos ambientais negativos gerados por aquela, é o Deslocamento das máquinas para a implantação do Aterro Sanitário, demonstrado na Figura 21.

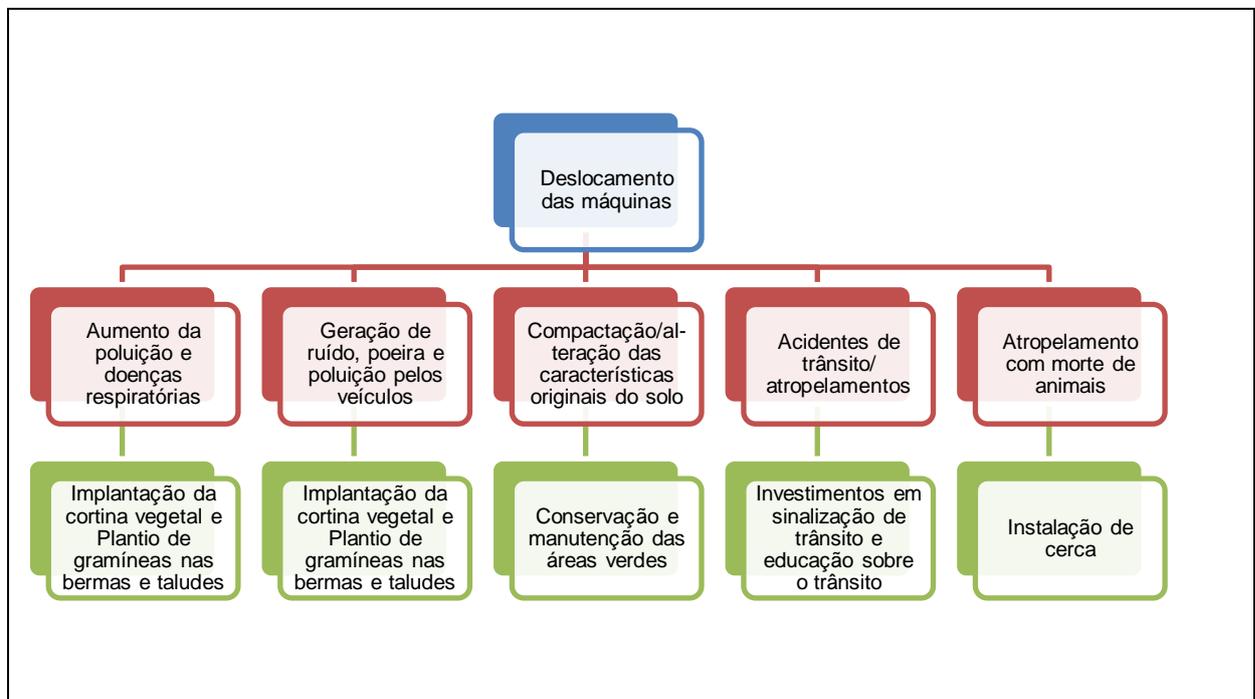


Figura 21 – Rede de Interação da Atividade de Deslocamento das máquinas em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

O Deslocamento das máquinas pode causar o Aumento da poluição e doenças respiratórias, com a Geração de ruído, poeira e poluição, pelos veículos, impactos ambientais negativos que podem ser mitigados com a Implantação da cortina vegetal, na área do Aterro Sanitário. Além dos impactos ambientais negativos citados, o Deslocamento de máquina pode gerar a Compactação/ alteração das características originais do solo, sendo necessária a Conservação e manutenção das áreas verdes, para reduzir este impacto ambiental.

Os acidentes de trânsito e atropelamentos de pessoas ou animais podem ser reduzidos, se houver Investimentos em sinalização e educação sobre o trânsito ou, ainda, se o transporte das máquinas for realizado em caminhões, para evitar problemas do gênero. No caso de atropelamento e possíveis mortes de animais, é indicada a Instalação de cerca no entorno do Aterro Sanitário.

A Figura 22 apresenta a Rede de Interação da atividade de Escavações para preparação de células. Como resultado desta atividade impactante, foram destacados três impactos ambientais, no segundo nível da Rede. Para o impacto ambiental de Alteração das características do solo, foi apontado como medida mitigadora a Instalação de sistema de drenagem e manta no fundo e nos taludes laterais. Já para os impactos ambientais de Geração de ruído, poeira e poluição pelos veículos e Piora na qualidade do ar, a medida mitigadora destes impactos é a Implantação da cortina vegetal.

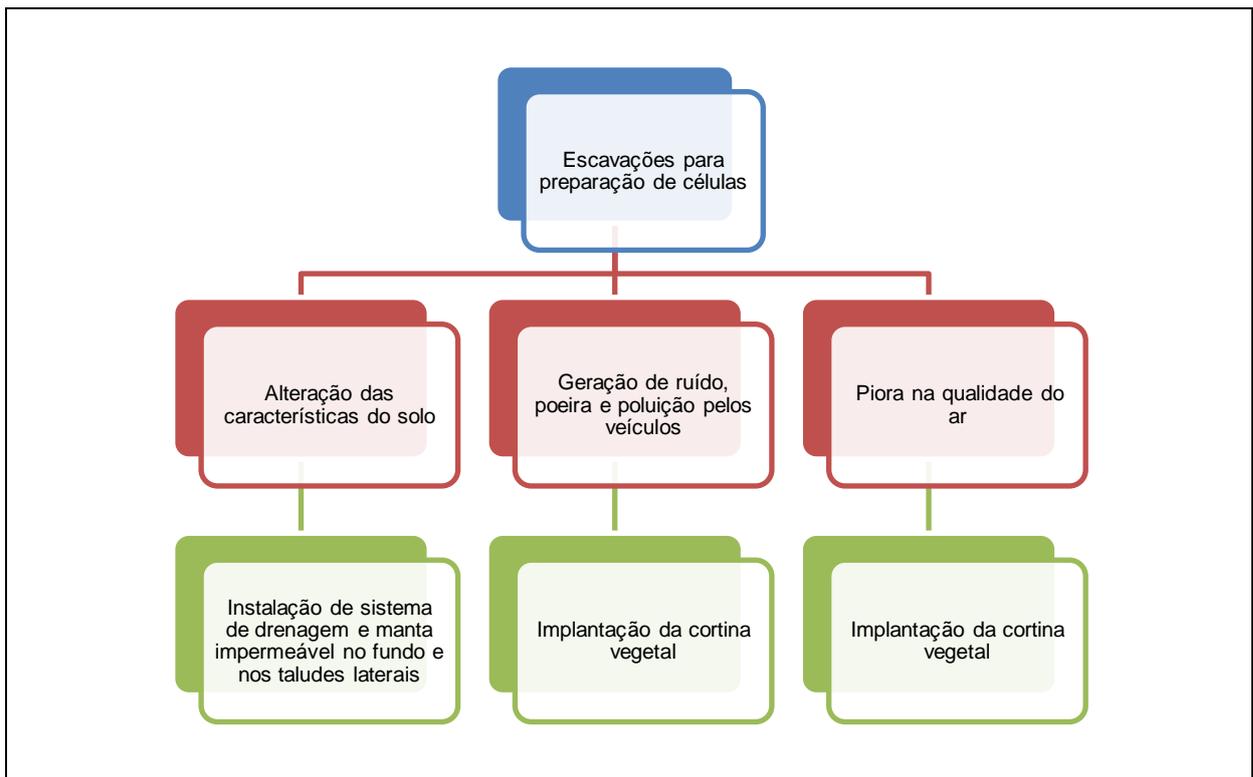


Figura 22 – Rede de Interação da Atividade de Escavações para preparação de células em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Descarga dos caminhões de lixo foi uma das atividades consideradas impactantes sobre o meio ambiente, tendo na Figura 23, os impactos ambientais gerados por esta, bem como as prováveis medidas mitigadoras para cada impacto.

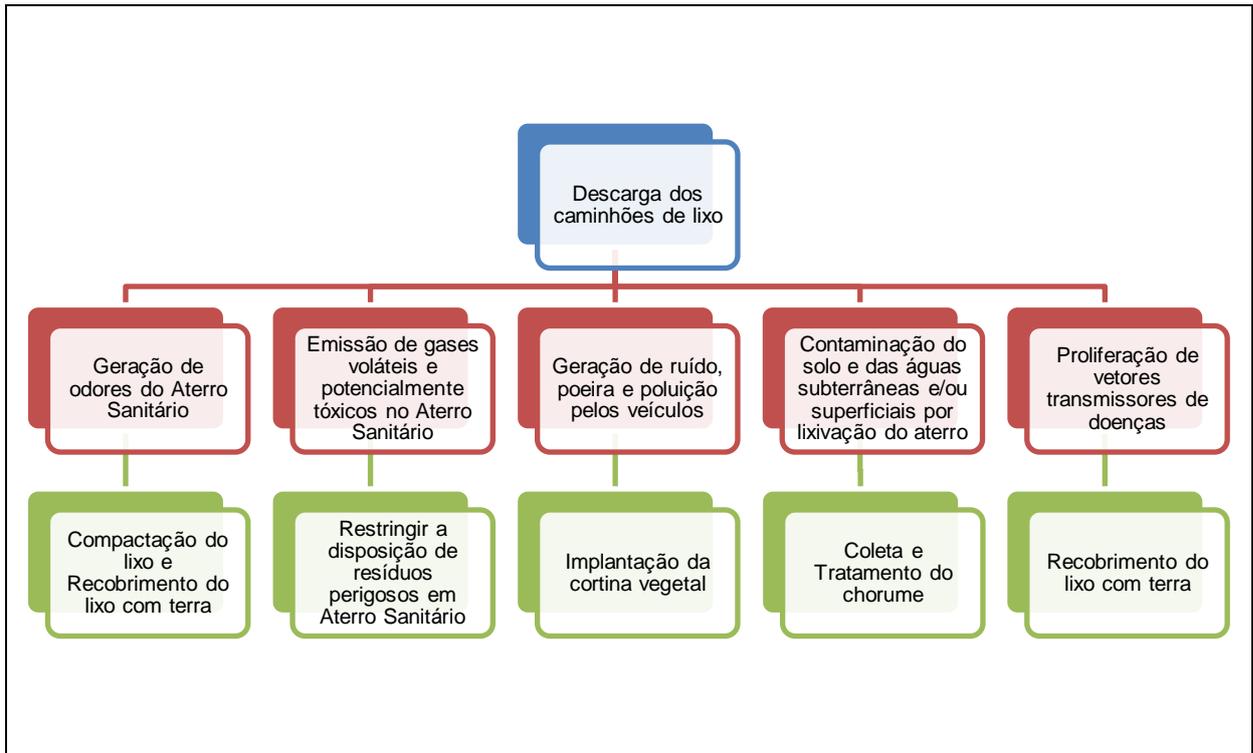


Figura 23 – Rede de Interação da Atividade de Descarga dos caminhões de lixo em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

O principal compartimento ambiental afetado, diretamente, pela Descarga dos caminhões no Aterro Sanitário é o ar. O solo e a água também podem ser afetados, contudo, indiretamente. Pois, em se tratando de um Aterro Sanitário que segue as normas e prerrogativas legais, estes recebem medidas preventivas na fase de Implantação do mesmo. Portanto, é um impacto ambiental que, a princípio, não deve ocorrer.

Sobre o ar, foram identificados os impactos ambientais de Geração de odores do Aterro Sanitário, Emissão de gases voláteis, potencialmente tóxicos no Aterro Sanitário, bem como Geração de ruído, poeira e poluição pelos veículos.

Para cada um destes impactos ambientais, foram destacadas medidas mitigadoras. Assim que, para mitigar o impacto ambiental de Geração de odores do Aterro Sanitário, foi apontada a Compactação do lixo e Recobrimento dele com terra. No que tange à Emissão de gases voláteis e potencialmente tóxicos, no Aterro Sanitário, destaca-se a restrição quanto à disposição de resíduos perigosos em Aterro Sanitário. E, para a Geração de ruído, poeira e poluição pelos veículos, a Implantação da cortina vegetal.

Para o impacto ambiental que pode afetar os compartimentos solo e água, ou seja, a Contaminação do solo e das águas subterrâneas e/ou superficiais por lixiviação do aterro apresentou-se como medida mitigadora a Coleta e o tratamento do chorume. Cabe lembrar que os meios para realizar a coleta do chorume para posterior tratamento, citada aqui como uma medida mitigadora, é na verdade uma ação que deve ser planejada na implantação do Aterro Sanitário, para evitar que ocorra este tipo de impacto ambiental negativo ao meio ambiente, quando o Aterro Sanitário estiver em operação.

A Descarga dos caminhões de lixo também pode gerar a Proliferação de vetores transmissores de doenças, sendo que a medida indicada para mitigar este impacto ambiental negativo é o Recobrimento do lixo com terra.

Na Figura 24, a atividade impactante de Estocagem de bens e insumos demonstrou a possibilidade de gerar um impacto ambiental sobre apenas um compartimento ambiental, o solo.

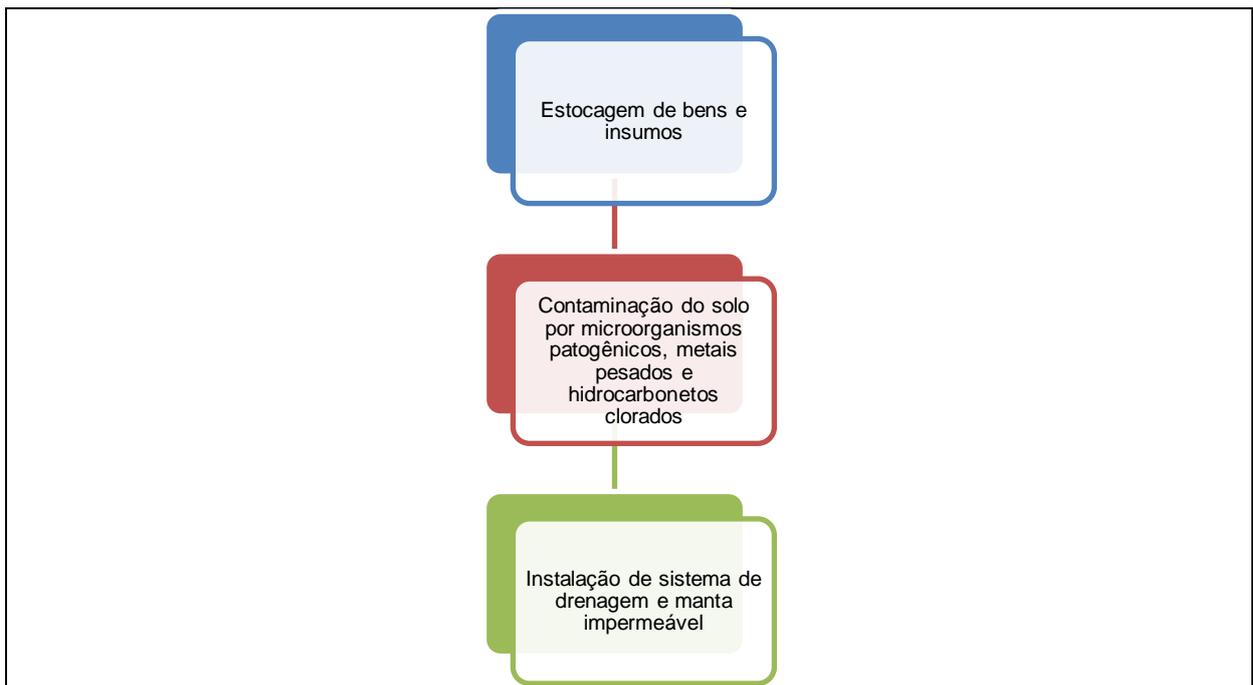


Figura 24 – Rede de Interação da Atividade de Estocagem de bens e insumos em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste verificou-se a possibilidade de Contaminação do solo por microrganismos patogênicos, metais pesados e hidrocarbonetos clorados. Como medida mitigadora, foi indicada a Instalação de sistema de drenagem e manta impermeável.

Na Figura 25 é demonstrada a Rede de Interação da atividade de Compactação do solo do fundo das células em um Aterro Sanitário. Para esta atividade impactante foi identificado um possível impacto ambiental, ou seja, a Alteração das características do solo.

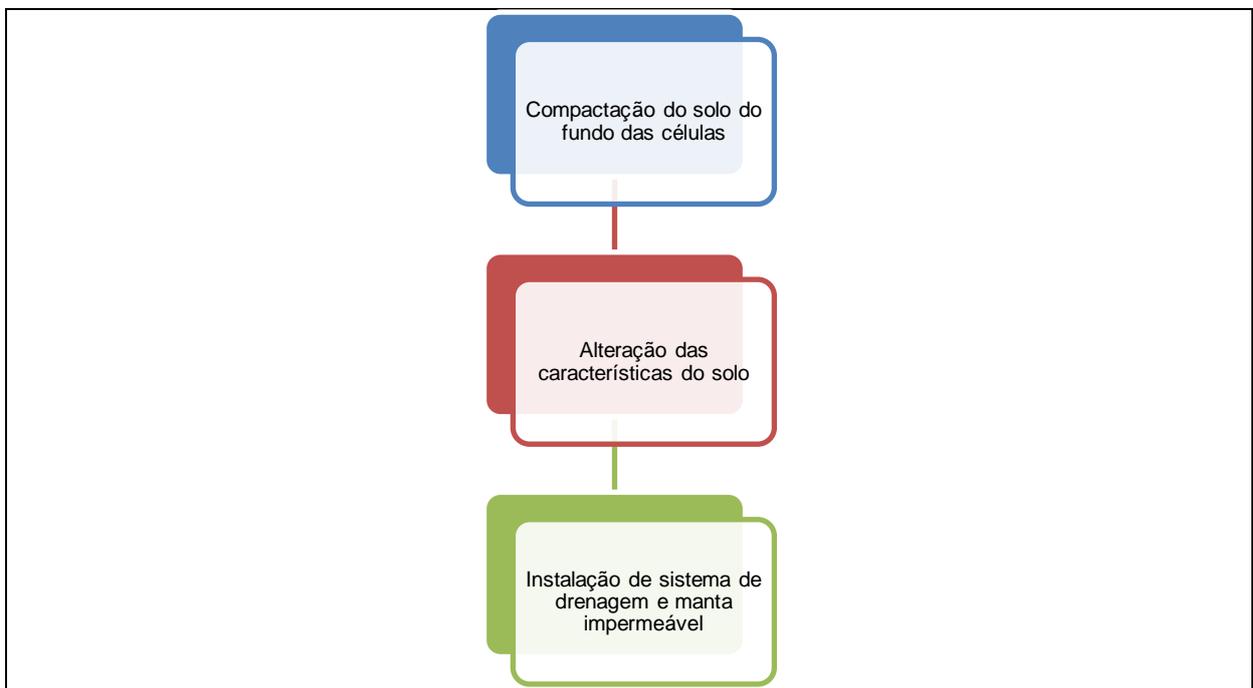


Figura 25 – Rede de Interação da Atividade de Compactação do solo do fundo das células em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Compactação do solo do fundo das células é uma atividade pertencente à fase de Implantação do Aterro Sanitário. Para esta atividade, houve a indicação de Instalação de sistema de drenagem e manta impermeável. Ao compactar o solo, este já não oferece condições para outros tipos de atividades e, por isso, para evitar uma contaminação ou para promover a proteção do mesmo, é necessário implantar a medida mitigadora citada. Quanto à Circulação de caminhões pelas vias de acesso, foram identificados impactos ambientais que afetam diretamente o solo, o ar e a fauna. A Figura 26 demonstra a Rede de Interação da atividade de Circulação de caminhões pelas vias de acesso.

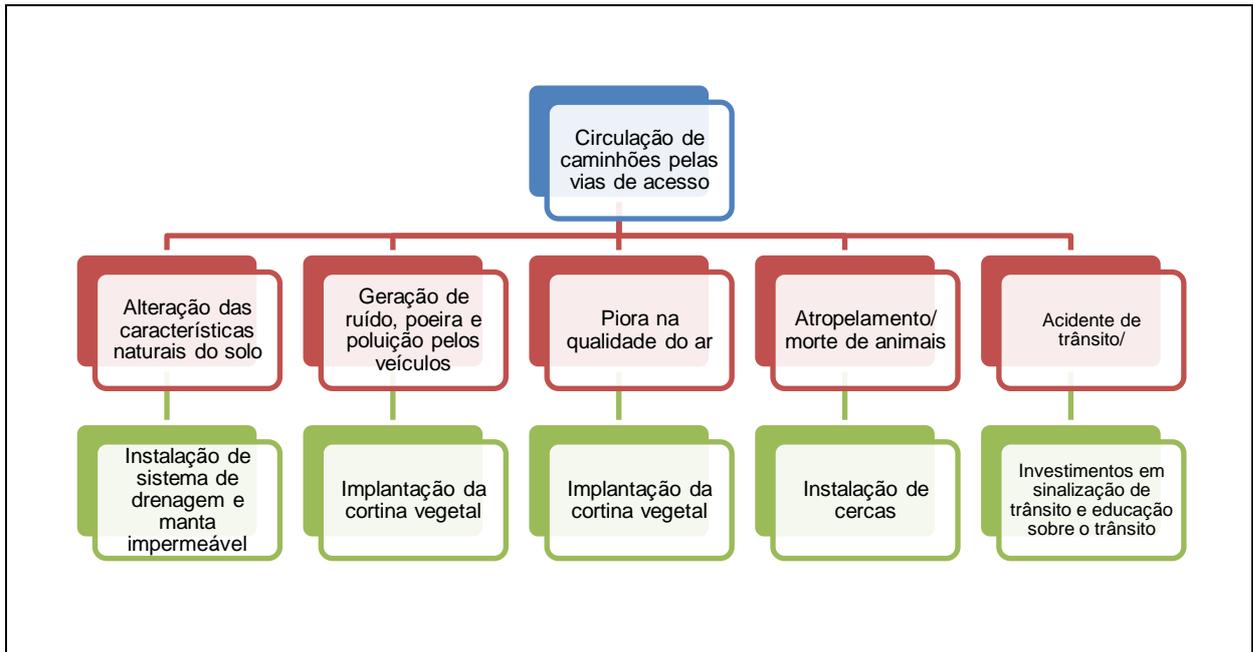


Figura 26 – Rede de Interação da Atividade de Circulação de caminhões pelas vias de acesso em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre as Alterações das características naturais do solo, foi indicada a Instalação de sistema de drenagem e manta impermeável. No ar, para mitigar a Geração de ruído, poeira e poluição pelos veículos, deve-se Implantar a cortina vegetal. Esta medida mitigadora também é indicada no caso da Piora na qualidade do ar.

A fauna é um compartimento ambiental que também pode ser afetado pela Circulação de caminhões, pelas vias de acesso. Assim que, para diminuir o Atropelamento e morte de animais, é indicada a Instalação de cercas. Os acidentes de trânsito e atropelamentos, tanto de pessoas como de animais, podem ser reduzidos se houver Investimentos em sinalização de trânsito, além de educação sobre o referido.

Na Figura 27 são demonstrados os impactos ambientais decorrentes da atividade de Execução das desapropriações, que se refere à fase de Atividades Preparatórias da construção de um Aterro Sanitário.

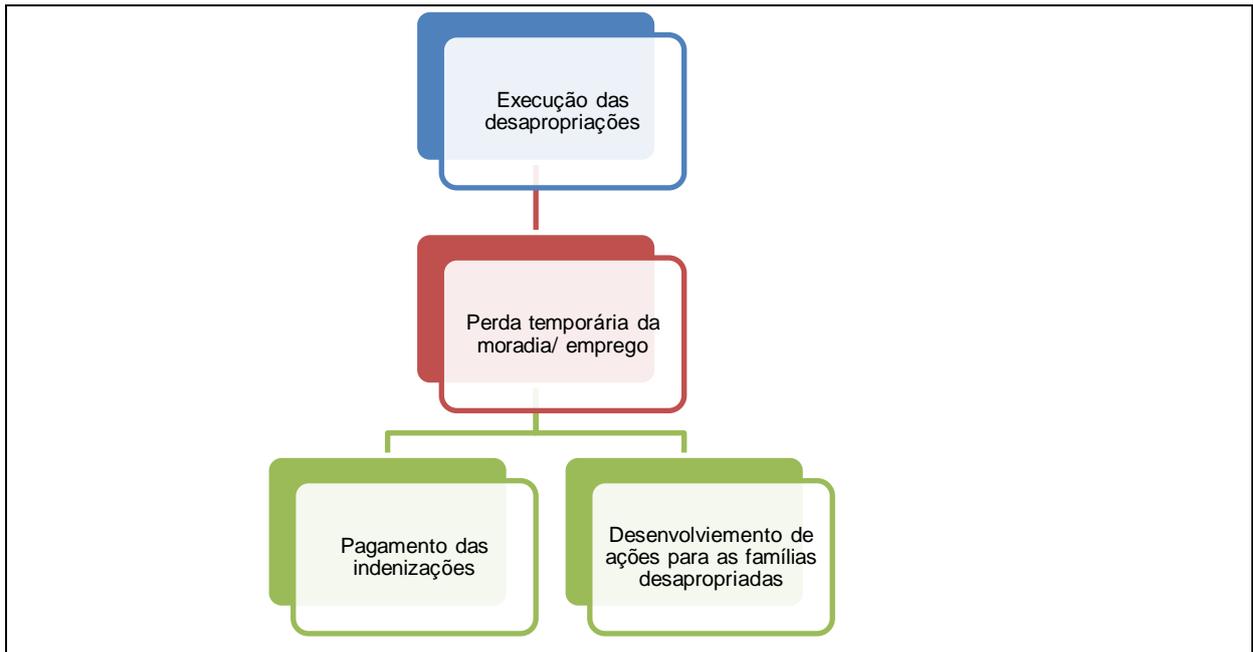


Figura 27 – Rede de Interação da Atividade de Execução das desapropriações em um Aterro Sanitário.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Execução das desapropriações pode causar a Perda temporária da moradia/ emprego. Então, como medidas mitigadoras foram elencadas tanto o Pagamento das indenizações como o Desenvolvimento de ações para as famílias desapropriadas. Isso significa que essas pessoas poderiam ser reintegradas no mercado de trabalho.

Considerando todas as atividades impactantes e os possíveis impactos ambientais causados por estas, que foram identificados através das Redes de Interação, verificou-se que os compartimentos ambientais mais afetados negativamente, com as atividades que fazem parte da construção e operação de um Aterro Sanitário, são o ar e o solo.

No que tange à flora, à fauna, à água, ao homem e aos microrganismos, também foram identificados impactos ambientais negativos, contudo em atividades bem específicas. Caso este, que não foi verificado em relação ao solo ou ar. Isto porque, os mesmos tiveram ocorrência de impactos ambientais em quase todas as atividades analisadas.

Dentre as atividades que foram avaliadas com impactos potenciais negativos sobre o meio ambiente, e que posteriormente tiveram identificados os impactos ambientais associados através das Redes de Interação, a atividade que mais apresentou impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente foi a Implantação

do canteiro de obras, a qual foi seguida pela atividade de Remoção da vegetação, que também demonstrou afetar vários compartimentos ambientais.

Cabe salientar que, é importante a adoção das medidas citadas anteriormente, pelos órgãos públicos municipais (prefeitura). Isso se justifica pelo fato de ser de responsabilidade do poder público, a destinação correta dos resíduos sólidos urbanos, conforme o previsto na PNRS (2010). Assim que, as medidas propostas, em sua maioria, apresentam um caráter preventivo e a não adoção destas pode desencadear redução do bem-estar humano.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a construção e operação de um Aterro Sanitário de resíduos sólidos urbanos é preciso identificar e avaliar os impactos ambientais associados a estas atividades, tendo em vista que se trata de uma ação que pode gerar impactos negativos irreversíveis para o meio ambiente.

Considerando estes aspectos, o presente estudo buscou avaliar qualitativamente os impactos ambientais associados às principais atividades relacionadas a Aterros Sanitários, que foram propostas por Sánchez (2008). Isso, em relação aos compartimentos ambientais (solo, água, ar, flora, fauna, microrganismos e homem), através de uma Matriz de Interação, contando com o auxílio de especialistas sobre o assunto. Evidencia-se, igualmente, que as atividades levam em consideração a construção e entrada em operação de Aterros Sanitários, de conformidade com as normas técnicas.

Desta sorte, as atividades foram destacadas considerando as fases componentes de um Aterro Sanitário, como a Fase de Planejamento; de Implantação: Atividades Preparatórias, de Implantação do Aterro; de Operação; e, de Desativação.

Na Fase de Planejamento não foi apontada a possibilidade de ocorrência de impactos ambientais, seja de caráter positivo ou negativo. Já a Fase de Implantação, envolvendo as Atividades Preparatórias, foi a que mais apresentou possibilidade de ocorrência de impactos negativos sobre os compartimentos ambientais. Nas outras fases, na de Implantação do Aterro, de Operação e de Desativação, identificou-se a ocorrência de mais avaliações positivas sobre as atividades componentes do aterro do que negativas.

Os compartimentos mais afetados pelas atividades componentes de um aterro sanitário foram o solo e o homem, sendo que os impactos positivos prevaleceram sobre os negativos. A flora e os microrganismos foram os compartimentos ambientais que menos apresentaram possibilidade de sofrerem com impactos, diante das atividades elencadas. Contudo, considerando as avaliações de todos os compartimentos, prevaleceu a possibilidade das atividades afetarem mais positivamente o solo, a água, o ar, a flora, a fauna, os microrganismos e o homem. Ressalta-se que Isto ocorreu devido às atividades componentes de um aterro

sanitário, listadas por Sánchez (2008), estarem de acordo com o previsto na legislação relacionada a este assunto.

Com a avaliação gerada pela Matriz de Interação, foram identificadas as atividades de maior potencial impactante negativo, sobre os compartimentos ambientais. Estas se manifestam por meio da Execução das desapropriações, da Implantação do canteiro de obras, do Deslocamento das máquinas, da Estocagem de bens e insumos, da Remoção da vegetação e das Escavações para preparação de células. Também faz parte desse elenco a Compactação do solo do fundo das células, a Circulação de caminhões pelas vias de acesso, bem como a Descarga desses veículos.

A partir da verificação das atividades de maior potencial impactante sob o aspecto negativo, foi possível identificar os principais impactos ambientais associados a estas. Essa identificação foi realizada com o auxílio de Redes de Interação. Nessas, além da identificação dos impactos ambientais negativos que certa atividade poderia gerar, foram elencadas as possíveis medidas mitigadoras, ou seja, o que poderia ser realizado pela gestão municipal, para minimizar ou cessar os efeitos negativos.

Entre todas as atividades impactantes e os possíveis impactos ambientais causados por estas, identificados através das Redes de Interação, verificou-se que os compartimentos ambientais mais afetados negativamente com as atividades componentes de um Aterro Sanitário foram o ar e o solo. No que se refere à flora, à fauna, à água, ao homem e aos microrganismos, também foi identificada a possibilidade de ocorrência de impactos ambientais negativos., embora em atividades bem específicas. Já, o solo e o ar, apresentaram impactos ambientais em quase todas as atividades analisadas.

Destaca-se, no entanto, que a atividade que mais apresentou impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente foi a Implantação do canteiro de obras, seguida da atividade de Remoção da vegetação, que demonstrou também afetar vários compartimentos ambientais. Estas duas atividades fazem parte da Fase de implantação: Atividades preparatórias. Assim, confirmou-se o resultado obtido na avaliação de impactos ambientais da Matriz de Interação, onde aquela fase apresentou a maior possibilidade de impactos ambientais negativos sobre os compartimentos ambientais.

Em todas as atividades componentes do Aterro Sanitário, que foram avaliadas com impactos potenciais negativos sobre os compartimentos ambientais, tiveram identificados os prováveis impactos ambientais associados, através das Redes de Interação, bem como as medidas mitigadoras de tais impactos. Para todos os prováveis impactos ambientais negativos foram elencadas, pelo menos, uma medida mitigadora, sendo que as mais recorrentes foram a Implantação da cortina vegetal, o Plantio de gramíneas e bermas nos taludes, o Recobrimento do lixo com terra, além da Instalação de sistemas de drenagem e manta impermeável.

Tendo em vista os resultados obtidos através da identificação e da avaliação dos impactos ambientais associados a Aterros Sanitários, este estudo serve como ferramenta para os gestores públicos municipais, especialmente em virtude da importância de se implantar as medidas mitigadoras que foram propostas, atendendo aos impactos ambientais negativos. Ressalta-se que essas medidas propostas aos impactos de caráter negativo apresentam, em sua maioria, natureza preventiva, o que significa que buscam acautelar o meio ambiente da ocorrência dos impactos.

Para futuros estudos, sugere-se a realização da avaliação dos custos associados à adoção de medidas preventivas à ocorrência de impactos ambientais *versus* a adoção de medidas de caráter corretivo.

## REFERÊNCIAS

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

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Subcomissão sobre os Planos Municipais de Resíduos Sólidos: Relatório Final**. Disponível em: [http://www.al.rs.gov.br/download/SubResiduos\\_Solidos\\_Municipais/RF\\_Sub\\_Resi\\_Solidos.pdf](http://www.al.rs.gov.br/download/SubResiduos_Solidos_Municipais/RF_Sub_Resi_Solidos.pdf)> Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; CAIXETA-FILHO, José Vicente. **Logística Ambiental de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/antigos/d99274.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d99274.htm)> Acesso em 25 de março de 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)> Acesso em 25 de março de 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em 03 de fevereiro de 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)> Acesso em 7 de janeiro de 2014.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional da Vigilância Sanitária. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em [http://www.anvisa.gov.br/servicos/audite/manuals/manual\\_gerenciamento\\_residuos.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicos/audite/manuals/manual_gerenciamento_residuos.pdf)> Acesso em 12 de janeiro de 2014.

\_\_\_\_\_, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº001 de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em 25 de março de 2013.

BENSUSAN, NURIT. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Secretaria de Estado do Gabinete dos Prefeitos e Relações Federativas. **Deputados Estaduais buscam apoio do Governo para Planos Municipais de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.gabinetedosprefeitos.rs.gov.br/?model=conteudo&menu=2&id=2464>> Acesso em 10 de janeiro de 2014.

FEE DADOS. Disponível em: <[http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/sel\\_modulo\\_pesquisa.asp](http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/sel_modulo_pesquisa.asp)> Acesso em 10 de fevereiro de 2013.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br/>> Acesso em 10 de fevereiro de 2013.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBAM. **Cartilha de Limpeza Urbana**. Disponível em: <[http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha\\_limpeza\\_urb.pdf](http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf)> Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)> Acesso em 06 e janeiro de 2014.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf)> Acesso em 13 de fevereiro de 2014. Brasília, 2012.

LAKATOS, EVA MARIA; MARCONI, MARINA DE ANDRADE. **Metodologia Científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. **Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites**. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro: 1992. Disponível em <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewFile/8812/7568>> Acesso em 30 de março de 2014.

RIBEIRO, Maisa de Souza. **Contabilidade Ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SÁ, ANTÔNIO LOPES DE; SÁ, ANA MARIA LOPES DE. **Dicionário de contabilidade**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SÁNCHEZ, LUIS ENRIQUE. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SILVA, ELIAS. **Apostila Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental**. Viçosa/MGs: Editora UFV, 2004.

TINOCO, JOÃO EDUARDO PRUDÊNCIO; KRAEMER, MARIA ELISABETH PEREIRA. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2011.

VERGARA, SYLVIA CONSTANT. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

VILHENA, ANDRÉ. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 3.ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

## **ANEXOS**

(continua)

ATIVIDADES IMPACTANTES ASSOCIADAS ÀS FASES DE UM ATERRO SANITÁRIO
FASE DE PLANEJAMENTO
Estudos de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de localização
Investigações geotécnicas preliminares
Divulgação do empreendimento
Declaração de utilidade pública e anúncio de desapropriações
FASE DE IMPLANTAÇÃO: ATIVIDADES PREPARATÓRIAS
Execução das desapropriações
Pagamento de indenizações
Contratação de serviços
Contratação de mão de obra
Implantação do canteiro de obras
Deslocamento de máquinas
Aquisição de bens e insumos
Estocagem de bens e insumos
Remoção da vegetação
FASE DE IMPLANTAÇÃO: IMPLANTAÇÃO DO ATERRO
Escavações para preparação de células
Compactação do solo do fundo das células
Instalação de sistema de drenagem no fundo e nos taludes laterais
Instalação de manta impermeável no fundo e nos taludes laterais
Instalação de dutos para coleta de biogás
Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais
Perfuração de poços de monitoramento das águas subterrâneas
Construção de guaritas, escritórios e demais instalações
Instalação de cerca
Implantação da cortina vegetal
FASE DE OPERAÇÃO
Circulação de caminhões pelas vias de acesso
Recebimento e pesagem dos caminhões
Descarga dos caminhões

(conclusão)

Compactação do lixo
Recobrimento do lixo com terra
Coleta de chorume
Tratamento de chorume ou encaminhamento para a estação de tratamento
Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)
Conservação e manutenção de áreas verdes
Monitoramento ambiental
FASE DE DESATIVAÇÃO
Recobrimento definitivo com solo
Plantio de gramíneas nas bermas e taludes
Monitoramento geotécnico
Monitoramento ambiental
Tratamento de chorume ou encaminhamento para estação de tratamento
Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)

Principais atividades componentes de um aterro sanitário

Fonte: Sánchez (2008, p. 187)