

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental com Ênfase em
Gestão Ambiental

ESTIMATIVA DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO
DESCARTE DE SACOLAS PLÁSTICAS EM BELO
HORIZONTE, MINAS GERAIS

ANDERSON BATISTA DE FARIA

Florianópolis
2012

ANDERSON BATISTA DE FARIA

**ESTIMATIVA DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO
DESCARTE DE SACOLAS PLÁSTICAS EM BELO
HORIZONTE, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental com Ênfase em Gestão Ambiental do Departamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental.

Prof. Joel Dias da Silva, Dr.–
Orientador

Prof. Armando B. de
Castilhos Jr., Dr. – Co-
orientador

Florianópolis
2012

**ESTIMATIVA DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO
DESCARTE DE SACOLAS PLÁSTICAS EM BELO
HORIZONTE, MINAS GERAIS**

Por

ANDERSON BATISTA DE FARIA

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Profissional da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Prof. Maurício Luiz Sens, Dr. ENS/UFSC - Coordenador do curso

Prof. Joel Dias da Silva, Dr. FURB/UFSC – Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^a. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dr^a. – ENS/UFSC -
Membro Interno

Prof. Maurício Luiz Sens, Dr. ENS/UFSC - Coordenador do curso

Prof^a. Josiane Teresinha Cardoso - Dra. UDESC - Engenharia
Ambiental – Membro Externo

Florianópolis, 13 de agosto de 2012

*À minha família pelo apoio incondicional.
À minha filha, paciência e compreensão.
Aos amigos que alguma forma contribuíram
para esta conquista.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força e ânimo durante estes dois anos, fazendo com que todas as dificuldades fossem superadas, sem Ele nada seria possível.

Agradeço aos meus pais Mara Lúcia e João Batista pelos ensinamentos e por nunca deixarem de acreditar que seria possível, mesmo nos momentos de dificuldades.

À minha filha Stephanie por servir de inspiração e por entender a minha ausência neste período, papai te ama muito.

Aos meus irmãos Cleyton, Raquel, Suelen e Janaína pela amizade e paciência.

À minha eterna namorada e esposa Amanda pelo companheirismo e dedicação, sua ajuda foi fundamental para esta conquista.

Aos amigos e colegas de mestrado e à minha equipe da Ceva Logistics (supervisores, coordenadores, líderes, etc.) pelo apoio e amizade.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina pelo conhecimento compartilhado, em especial ao meu orientador Dr. Joel Dias da Silva, que tornou este trabalho possível.

Aos funcionários do Instituto de Competências Empresariais.

Agradeço também a todos que de certa forma me acompanharam nesta longa jornada e tornaram possível esta conquista.

Obrigado por tudo!

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

JOSÉ DE ALENCAR

RESUMO

FARIA, Anderson Batista de. **ESTIMATIVA DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESCARTE DE SACOLAS PLÁSTICAS EM BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS.** 2012. 140 f. Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental). UFSC, Florianópolis.

Esta dissertação estimou os impactos ambientais gerados pelo descarte de sacolas plásticas nos resíduos sólidos urbanos, considerando a produção destes resíduos no município de Belo Horizonte. Fatores como o crescimento demográfico, o desenvolvimento socioeconômico da população e a orientação da população para hábitos consumistas somados às modificações nas características dos resíduos produzidos, trouxeram vários tipos de impactos ambientais, provocando ainda uma séria dificuldade operacional para o correto tratamento dos resíduos sólidos urbanos. O objetivo desta dissertação foi o de estimar a representatividade das sacolas plásticas descartadas nos resíduos sólidos domésticos no município de Belo Horizonte, avaliar o ciclo de vida das sacolas plásticas, calcular a significância dos impactos ambientais na produção, utilização e disposição final das sacolas plásticas em um aterro sanitário e analisar a viabilidade ambiental das alternativas para a substituição das sacolas existentes no mercado. Para a consecução destes objetivos utilizou-se as seguintes metodologias: pesquisa bibliográfica, exame da estrutura de coleta e disposição final dos resíduos da cidade através de observações feitas em campo no aterro Macaúbas, verificação da classificação dos resíduos sólidos urbanos domiciliares da cidade a partir de consulta às pesquisas realizadas pela Superintendência de Limpeza Urbana e levantamento de alternativas ecológicas para a substituição das sacolas plásticas convencionais. Desta forma produziu-se como resultados um procedimento para minimizar os impactos ambientais produzidos pelo descarte de sacolas plásticas, bem como alternativas ecológicas viáveis para a redução na geração destes resíduos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos; sacolas plásticas; descarte; aterro sanitário; impactos ambientais.

ABSTRACT

FARIA, Anderson Batista de. **ESTIMATED ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE DISPOSAL OF PLASTIC BAGS IN URBAN BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS.** In.: 2012. 140 f. Dissertation (Master's Degree in Environmental Engineering). UFSC, Florianópolis.

This paper estimates the environmental impacts caused by disposal of plastic bags in municipal solid waste, considering the production of waste in the municipality of Belo Horizonte. Factors such as population growth, socioeconomic development of its population and orientation of its population consumerist habits added to changes the characteristics of the waste generated, brought several types of environmental impacts, even causing a serious operational difficulties for the proper treatment of municipal solid waste. The aim of this work was to estimate the representativeness of plastic bags disposal in domestic solid waste in the city of Belo Horizonte, evaluate the life cycle of plastic bags, calculate the significance of environmental impacts in the production, use and disposal of plastic bags in a landfill and analyzing the environmental feasibility of the alternatives for replacing the bags on the market. To achieve these objectives, we used the following methodologies: literature, examination of the structure of collection and disposal of the city through field observations in the landfill called Macaúbas, testing for municipal solid waste in city homes, consultation to the research conducted by the Superintendent of Garbage and ecological survey of alternatives for replacing conventional plastic bags. Thus produced results as a procedure to minimize the environmental impacts produced by the disposal of plastic bags, as well as viable environmentally friendly alternatives to reduce the generation of waste.

Keywords: Municipal solid waste, plastic bags, disposal, landfill, environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Mapeamento do aterro sanitário BR-040	18
FIGURA 2 Caminhões despejando resíduos no aterro sanitário Macaúbas	19
FIGURA 3 Recolhimento de resíduos despejados de forma irregular na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte	22
FIGURA 4 Animais ingerindo plásticos em parque de Belo Horizonte	23
FIGURA 5 Descarte irregular de resíduos sólidos na periferia de Belo Horizonte	25
FIGURA 6 Sacos com resíduos sólidos arrastados no centro de Belo Horizonte	25
FIGURA 7 Descarte irregular de resíduos sólidos no centro de Belo Horizonte	26
FIGURA 8 Estratégias de gestão de resíduos	28
FIGURA 09 Padrão internacional de cores para identificação de recipientes para coleta de resíduos	33
FIGURA 10 Coleta seletiva realizada em um condomínio de Belo Horizonte	35
FIGURA 11 Posto de coleta voluntária	36
FIGURA 12 Veículo de coleta seletiva do tipo “porta a porta” na cidade de Betim, Minas Gerais	36
FIGURA 13 Ponto de entrega voluntária de resíduos em Florianópolis, Santa Catarina	37
FIGURA 14 Vantagens e desvantagens da reciclagem	38
FIGURA 15 Símbolos que indicam a reciclabilidade e identificam o polímero que constitui o produto	43

FIGURA 16 Fluxograma esquemático de reciclagem mecânica de plásticos	46
FIGURA 17 Fluxograma do processo de reciclagem química	47
FIGURA 18 Disposição final dos resíduos sólidos em Minas Gerais	48
FIGURA 19 Matriz de Interação	54
FIGURA 20 Estágios do ciclo do produto.....	56
FIGURA 21 Etapas da análise do ciclo de vida.....	57
FIGURA 22 Região Metropolitana de Belo Horizonte	59
FIGURA 23 Entrada do aterro sanitário Macaúbas.....	73
FIGURA 24 Distância entre o aterro sanitário Macaúbas e o leito do Rio das Velhas	74
FIGURA 25 Distância entre o aterro sanitário Macaúbas e o aeroporto da Pampulha	75
FIGURA 26 Tipos de sacolas analisadas pela Fundação Espaço Eco..	79
FIGURA 27 Análise da viabilidade do uso das sacolas descartáveis x sacolas retornáveis	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 População, taxa de crescimento, número de domicílios e renda	20
QUADRO 2 Os seis passos da sustentabilidade	29
QUADRO 3 Classificação dos resíduos sólidos segundo a NBR 10.004	30
QUADRO 4 Vantagens e desvantagens dos processos de coleta seletiva	34
QUADRO 5 Padrões para a reciclagem do plástico	41
QUADRO 6 Três razões que dificultam a reciclagem do plástico	44
QUADRO 7 Etapas dos processos físicos de reciclagem mecânica	45
QUADRO 8 Procedimentos para confecção do EIA	50
QUADRO 9 Metodologia de análise do ciclo de vida	58
QUADRO 10 Distribuição das Amostras por Gerência de Limpeza Urbana	61
QUADRO 11 Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Belo Horizonte	70
QUADRO 12 Composição média dos resíduos sólidos urbanos Brasil X Belo Horizonte	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALMG – Assembléia Legislativa de Minas Gerais
AIA – Avaliação de Impactos Ambientais
ACV – Avaliação do Ciclo de Vida
CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem
CMRR – Centro Mineiro de Referência em Resíduos
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM - Conselho de Política Ambiental – COPAM – Minas Gerais
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Minas Gerais
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente - Minas Gerais
kg – Medida de peso (quilogramas)
IBAM - IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
IEF – Instituto Estadual de Florestas
NBR – Norma Brasileira
PEV – Posto de Entrega Voluntária
UAI – Portal de Internet do Jornal Estado de Minas
R7 – Portal de internet da rede Record
SLU - Superintendência de Limpeza Urbana
t - toneladas

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Municípios com sistema de coleta seletiva	32
GRÁFICO 2 Coleta de materiais recicláveis nos municípios mineiros	42
GRÁFICO 3 Comparação da composição gravimétrica	71
GRÁFICO 4 Impactos Ambientais positivos e negativos – implantação	81
GRÁFICO 5 Impactos Ambientais positivos e negativos – operação .	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Apresentação do problema	21
1.2 Objetivo geral	24
1.2.1 <i>Objetivos específicos</i>	24
1.3 Justificativa e importância do trabalho	24
2 REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1 Resíduos sólidos	27
2.2 Reciclagem	31
2.2.1 <i>A reciclagem do plástico</i>	39
2.2.1.1 Processo de reciclagem energética	44
2.2.1.2 Processo de reciclagem mecânica	45
2.2.1.3 Processo de reciclagem química	46
2.3 Resíduos sólidos e impactos ambientais	47
2.3.1 <i>Classificação dos impactos ambientais</i>	51
2.4 Métodos para a realização da avaliação de impactos ambientais	52
2.4.1 <i>Método Matriz de Interação (Matriz de Leopold)</i>	53
2.5 Avaliação do ciclo de vida das sacolas plásticas	55
2.5.1 Etapas da análise do ciclo de vida	57
3 METODOLOGIA	59
3.1 Local de Estudo	59
3.2 Visita Técnica	60
3.3 População e amostra	60
3.3.2 Representatividade Volumétrica	61
3.4 Aplicação da Matriz de Leopold	62
3.4.1 Impactos Ambientais: Matriz de Leopold	62
3.4.2 Componentes biológicos	63
3.4.3 Componentes do meio antrópico	65
3.4.4 Significância e Impactos Ambientais	66
3.4.5 Aspectos ambientais relacionados aos aterros sanitários	66
4 RESULTADOS DA PESQUISA	69
4.1 Gestão dos resíduos sólidos em Belo Horizonte	69
4.1.1 <i>Composição gravimétrica dos resíduos sólidos em Belo Horizonte</i>	69
4.2 Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Macaúbas	73

4.3 Viabilidade ambiental da substituição das sacolas plásticas	75
4.4 Categorização dos resultados obtidos na aplicação da Matriz de Leopold na fase de implantação	80
4.5 Categorização dos resultados obtidos na aplicação da Matriz de Leopold na fase de operação	81
4.6 Gerenciamento de riscos	82
4.7 Gerenciamento de Áreas Contaminadas	83
4.8 Análise do inventário das sacolas plásticas	84
5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	87
REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO

O aumento na quantidade e na variedade de resíduos sólidos gerados no Brasil tem se tornado um fator de preocupação para vários municípios. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008) eram geradas no país quase 260 mil t/dia de resíduos, este montante é destinado da seguinte forma: 64,5% enviados para os aterros sanitários, 17,8% enviados para vazadouros a céu aberto, 15,6% enviados para aterros controlados, 1,2% sofrem processo de triagem e reciclagem e 0,6% são enviados para usinas de compostagem e 0,3% são destinados de outras formas.

Através destes dados é possível verificar que aproximadamente 33,4% dos resíduos sólidos gerados no país, são descartados de forma incorreta, o que representa um fator de preocupação, uma vez que este descarte irregular gera impactos ambientais significativos.

No Brasil, dada a sua vasta área territorial, o espaço físico para a construção de aterros sanitários não chega a ser um problema, no entanto, a construção de novos aterros sanitários torna-se complicado, uma vez que, há a necessidade de grandes áreas que não sejam muito distantes dos centros urbanos e que ao mesmo tempo não tenham vizinhos próximos, o que é muito difícil visto a grande concentração urbana, principalmente nas capitais. Além disso, é necessário a observação de algumas características do local como: a profundidade do lençol freático, a distância do aterro sanitário em relação a aeroportos, a proximidade de nascentes e de áreas de preservação ambiental, dentre outras.

Dentro deste contexto, a cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, assim como outras capitais brasileiras, tem enfrentado problemas quanto a destinação correta dos resíduos sólidos gerados pelo município, principalmente pelo fato de que o antigo aterro sanitário da capital mineira encontra-se com esgotamento da sua capacidade. De acordo com Souza, Roeser e Matos (2002), o aterro sanitário, situado na Região Nordeste da capital, próximo às margens da BR-040, ocupa uma área de 132 hectares. Suas atividades foram iniciadas no ano de 1973, funcionando no início como um aterro controlado, passando mais tarde a ser considerado um aterro sanitário. Este aterro teve suas atividades encerradas no final de 2009, por não comportar mais o armazenamento de resíduos sólidos, e desta forma, as 3.200 t/dia de resíduos sólidos depositados diariamente ali, deveria ser deslocada para outro local. Na figura 1 pode-se visualizar a área do aterro desativado.

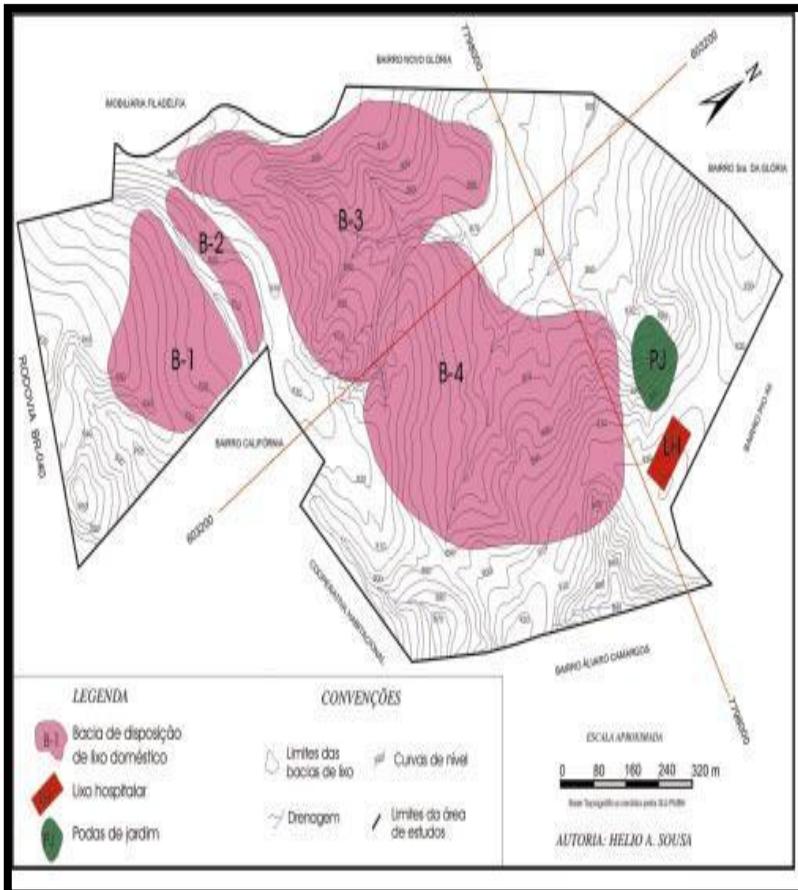


Figura 1: Mapeamento do aterro sanitário BR-040

Fonte: SOUZA; ROESER; MATOS, 2002.

Segundo estimativa feita pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU) em 2008, até então, aproximadamente 25.000.000 t de resíduo foram depositadas no antigo aterro, a altura máxima observada foi de 65 m. Diante desta situação, e sem contar com verbas necessárias para a construção de um novo aterro sanitário, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte publicou em 2007 um edital de concorrência com o modelo de parceria público-privada. O resultado do edital foi publicado no Diário Oficial no dia 18 de setembro de 2008 e apontava a Empresa Vital Engenharia S/A do grupo Queiróz Galvão

como a vencedora, onde estava previsto um contrato com o prazo de 25 anos e com um montante de R\$ 860 milhões de reais.

O aterro sanitário conhecido como Centro de Tratamento de Resíduos Macaúbas, administrado pela Empresa Vital Engenharia S/A está localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, na cidade de Sabará. Na figura 2 é possível ter uma visão do aterro sanitário.



Figura 2: Caminhões despejando resíduos no aterro sanitário Macaúbas
Fonte: UAI, 2009.

O aterro começou a ser implantado em 2003, e foi licenciado em 2005 pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), a licença de operação autoriza inicialmente o funcionamento do aterro por 25 anos. No local, além das 3.200 t/dia de resíduos sólidos de Belo Horizonte, são depositados também os resíduos sólidos das cidades de Sabará, Caeté, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Ibirité, Capim Branco, Moeda, Matozinhos, Lagoa Santa e Vespasiano. No quadro 1 são apresentados os dados referentes ao levantamento socioeconômico destes municípios.

Nome do município	População				Renda mensal <i>per capita</i> (R\$ de ago/2010)	
	NOME	Total	Urbana	Rural	Crescimento Médio (%) 2000 a 2010	Urbano
Belo Horizonte	2.375.151	2.375.151	-	3,21	1.493,21	0,00
Caeté	40.750	35.436	5.314	2,10	648,00	456,79
Capim Branco	8.881	8.090	791	4,72	547,07	653,44
Ibirité	158.954	158.590	364	5,76	511,24	505,53
Lagoa Santa	52.520	48.949	3.571	5,76	1.015,24	764,92
Matozinhos	33.955	30.877	3.078	3,17	632,77	545,48
Moeda	4.689	1.789	2.900	6,24	689,12	532,49
Nova Lima	80.998	79.232	1.766	7,66	1.675,58	651,80
Pedro Leopoldo	58.740	49.953	8.787	3,48	768,02	571,83
Sabará	126.269	123.084	3.185	4,06	625,30	527,43
Vespasiano	104.527	104.527	-	3,73	553,31	0,00

Quadro 1: População, taxa de crescimento, número de domicílios e renda mensal per capita dos Municípios que enviam resíduos sólidos urbanos para o aterro Macaúbas.

Fonte: Adaptado de IBGE citado pela FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2010.

Um fator a ser considerado neste cenário é que nos últimos anos tem ocorrido na sociedade uma mobilização no que diz respeito ao desenvolvimento de alternativas para controlar e minimizar os impactos ambientais provocados pela geração, utilização e descarte de sacolas plásticas junto ao resíduo doméstico.

Observa-se que a reciclagem dos resíduos gerados pela sociedade tem sido uma das formas mais eficiente e barata encontrada até o momento para dar destinação aos resíduos, no entanto ela não é amplamente utilizada uma vez que para determinados tipos de resíduos esta técnica não é viável economicamente, enquadra-se neste caso a maioria dos plásticos. No entanto Kipper (2005, p.20) debate a respeito dos problemas ligados ao gerenciamento dos resíduos sólidos

“municipais sob vários enfoques, propondo novas formas de abordar esse assunto, apresentando contribuições relevantes às questões relativas aos resíduos sólidos, mas não têm o seu foco na reciclagem dos mesmos”.

Uma alternativa encontrada para a redução dos impactos ambientais provocados pelo uso de embalagens plásticas adotada em Belo Horizonte, desde meados de abril de 2011, após a Lei Municipal nº 9.529/2008 proibindo o uso das sacolas plásticas convencionais fabricadas com polietileno tem sido utilização de sacolas biodegradáveis, vendidas em média a R\$0,19 ou uso de sacolas retornáveis ou ecobags que são vendidas a preços que variam de R\$ 4,90 a R\$ 8,90 (sacolas retornáveis de TNT) no comércio da capital mineira. Observa-se também que alguns consumidores optam por utilizar gratuitamente caixas de papelão de mercadorias revendidas. Desta maneira, afirma Diaz (2011), é possível identificar por parte das redes de lojistas uma mobilização quanto à disponibilização de sacolas oxibiodegradáveis, biodegradáveis e hidrossolúveis¹, neste caso há o repasse do custo da embalagem para o consumidor.

Dentro deste contexto afirma-se que, independente do ponto de vista adotado, é indispensável uma sensibilização maior por parte da população, dos governos e das empresas a respeito do manejo correto dos resíduos a fim de proporcionar a destinação ecologicamente adequada dos mesmos. Outro fator importante está relacionado à busca por alternativas que substituam o uso de materiais que não possam ser reciclados ou os de difícil reciclabilidade, como também a redução do consumo desenfreado do plástico em suas diferentes formas.

1.1 Apresentação do problema

De acordo com o CEMPRE (2011) o plástico filme é amplamente utilizado em sacolas plásticas, sacos de resíduo, embalagens de alimentos dentre outras utilidades, e são compostos em sua maioria por resina de polietileno. Outra resina amplamente utilizada no Brasil é a de polipropileno, por ser um material resistente, prático e barato. O plástico

¹As sacolas plásticas compostas por materiais oxibiodegradáveis são feitas de material proveniente do petróleo e apresentam aditivos para se deteriorar em 18 meses. Já as sacolas com material biodegradável são feitas de materiais como o amido de mandioca, milho ou batata e deterioram pela ação de microrganismos em contato com o solo em um período de 40 a 120 dias. No caso das sacolas hidrossolúveis estas são à base de álcool polivinílico, material que em contato com a água se dissolve sem deixar resíduos tóxicos ou nocivos. (FUNVERDE, 2012)

rígido é amplamente utilizado, representa aproximadamente 77% dos plásticos destinados para as embalagens de refrigerante, recipientes para produtos de limpeza e embalagens de alimentos, são utilizados ainda na fabricação de tubos, conexões, calçados, eletrodomésticos, utensílios domésticos, dentre outros. Diante destas informações, pode-se concluir que estes materiais, após serem descartados, são encontrados dentro dos aterros sanitários, o que faz com que os mesmos fiquem saturados, uma vez que, segundo o IBAMA (2011), o tempo de decomposição destes plásticos gira em torno de 200 a 600 anos.

Baasch e Oliveira citados por Kipper (2005) abordam não só as questões relacionadas ao problema do plástico, mas dão ênfase nas dificuldades em gerenciar os resíduos sólidos urbanos. Na visão dos autores, os resíduos plásticos são os que possuem maior taxa de crescimento na massa de resíduos sólidos urbanos. Desta forma, torna-se necessária a adoção de políticas públicas que contribuam para com a reciclagem e reintrodução destes materiais no processo produtivo.

As figuras 3, e 4 ilustram situações de descarte irregular de resíduos que além de trazer sérios danos à saúde da população e da fauna local, podem provocar danos ambientais.



Figura 3: Recolhimento de resíduos despejados de forma irregular na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte.
Fonte: PORTAL DE NOTÍCIAS R7, 2010.



Figura 4: Animais ingerindo plásticos em parque de Belo Horizonte
Fonte: UAI, 2009.

Vale lembrar que o uso descontrolado do plástico traz consigo um agravante na busca da sustentabilidade uma vez que, atualmente, é comum o seu uso em vários produtos. Esta aplicação está presente principalmente dentro da indústria de alimentos, que utiliza o plástico nas embalagens de seus produtos.

[...] um dos maiores desafios da humanidade é a prevenção e o controle da poluição ambiental. Dentre as diversas formas de poluição, uma das mais preocupantes é a representada pelos resíduos sólidos urbanos, em especial o resíduo plástico, pois sua degradação espontânea demanda muito tempo; é o resíduo mais expressivo em volume encontrado nos lixões e, quando queimado, pode produzir gases tóxicos ou corrosivos. (KIPPER, 2005, p.22)

Marquez (2008) afirma que são necessários investimentos por parte dos governos a fim de se fortalecer a capacidade brasileira no que tange o gerenciamento correto dos resíduos. É necessário estipular políticas para o correto manejo e controle dos resíduos que são

encaminhados para os aterros sanitários, deve-se buscar por soluções próximas à fonte de origem, contribuindo desta forma para o manejo dos resíduos de forma ecológica.

Miller (2007) aborda de forma mais crítica a questão da utilização de resinas plásticas recicladas, para o autor não há sentido obrigar as empresas a utilizar resina reciclada na composição do plástico, uma vez que esta medida poderia inviabilizar o uso de plásticos reciclados, visto que este processo diminuiria o peso e o conteúdo do material de vários itens como sacolas e garrafas plásticas.

1.2 Objetivo geral

Estimar os impactos ambientais causados pelo descarte de sacolas plásticas nos resíduos sólidos urbanos no Aterro Sanitário Macaúbas em Belo Horizonte, Minas Gerais.

1.2.1 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral exposto acima, define-se os seguintes objetivos específicos:

- Estimar a representatividade volumétrica das sacolas plásticas descartadas nos resíduos sólidos domésticos do município de Belo Horizonte;
- Calcular a significância dos impactos ambientais gerados pela produção, utilização e disposição final de sacolas plásticas em aterros sanitários;
- Avaliar o ciclo de vidas das sacolas plásticas;
- Analisar a viabilidade ambiental das alternativas disponíveis para a substituição das sacolas plásticas presentes no mercado.

1.3 Justificativa e importância do trabalho

Utilizou-se como base para justificar o referido a necessidade de estudo de caracterização dos resíduos sólidos urbanos, a fim de se propor a adição de medidas e soluções para o correto gerenciamento destes resíduos, visto que os mesmos podem se tornar agentes poluidores do solo, do ar e da água, uma vez que produzem lixiviados, gases de efeito estufa, além de atraírem vetores de doenças entre outros fatores.

As Figuras 05, 06 e 07 ilustram situações de irregularidades no descarte dos resíduos sólidos.



Figura 05: Descarte irregular de resíduos sólidos na periferia de Belo Horizonte.

Fonte: HOJE EM DIA, 2011.



Figura 06: Sacos com resíduos sólidos arrastados no centro de Belo Horizonte.

Fonte: ESTADO DE MINAS, 2011.



Figura 07: Descarte irregular de resíduos sólidos no centro de Belo Horizonte.

Fonte: CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2012.

Outra justificativa deste estudo é o fato de haver poucos estudos posteriores à sanção da Lei nº 9.529/08 no município de Belo Horizonte, que proibiu o uso de sacolas plásticas no comércio da capital mineira e de não se saber de forma clara os resultados desta ação, somando-se ainda outros fatos mencionados anteriormente, se tornam razões suficientes para a realização do referido estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Dentro de uma sociedade que prega o consumismo a todo o instante, não poderia se obter outro resultado se não a extração predatória de recursos da natureza. O consumo exacerbado de recursos naturais deixa marcas profundas no meio ambiente, as chamadas pegadas ecológicas, além de destruir muitos ecossistemas. O desenvolvimento é utilizado como forma de justificativa para tais práticas, portanto, a grande questão que assola a humanidade se refere a uma forma de conciliar desenvolvimento e preservação ambiental e como chegar ao que se designa desenvolvimento sustentável.

No entanto, acrescenta-se que as intuições governamentais bem como a comunidade religiosa, podem e devem contribuir de forma mais ativa na preservação do meio ambiente. Ao governo cabe o estabelecimento de práticas mais rígidas no que diz respeito às ações de proteção ao meio ambiente. Os governantes não devem, em nome do progresso, abrir mão dos ecossistemas, para desta forma não comprometer o futuro das novas gerações. A comunidade religiosa pode contribuir de forma mais ativa, a partir de uma postura voltada a despertar em seus seguidores uma consciência mais sustentável, para tal, o uso dos ritos e tabus, que exercessem uma influência juntos aos indivíduos é indispensável.

Pode-se afirmar que a grande mudança deve ser conduzida pela própria sociedade, as ações governamentais e de outras instituições servem de suporte para tais mudanças, no entanto é necessário que haja um engajamento de todas as partes da sociedade. A questão ambiental deve ser analisada de forma holística, visando entender que a natureza e o homem estão ligados e que a dependência do ser humano perante a natureza é indiscutível. A forma de vida que a maior parte da sociedade vem praticando é insustentável, o crescimento populacional desordenado agrava ainda mais esta situação.

2.1 Resíduos sólidos

A atividade humana gera diariamente milhões de toneladas de resíduos sólidos, o resíduo urbano e industrial segue caminhos idênticos, indo parar, na maioria das vezes, em aterros sanitários. Normalmente não nos damos conta da quantidade de resíduos sólidos produzidos e fornecidos através de produtos e serviços disponibilizados pelo setor industrial. Segundo Miller Jr. (2007, p.42) grande parte dos indivíduos

não tem noção de que “[...] minas, fábricas, fazendas e negócios que fornecem produtos e serviços produzem cerca de 98% dos resíduos sólidos do mundo à medida que nos oferecem uma incrível variedade de produtos e serviços”.

Pode-se dizer que o ser humano assim como os outros seres vivos, subtrai recursos do meio ambiente para garantir a sua sobrevivência, devolvendo ao meio as sobras. No sistema natural as sobras geradas pelos organismos são constituídas de restos que se decompõem e devolvem ao meio os elementos químicos que serão reaproveitados por outros seres vivos, estabelecendo desta forma um ciclo onde nada se perde, no entanto, isto não ocorre com as sobras provenientes das atividades humanas, ou seja, com os resíduos sólidos.

Na figura 08 é representado um esquema para a gestão dos resíduos sólidos.

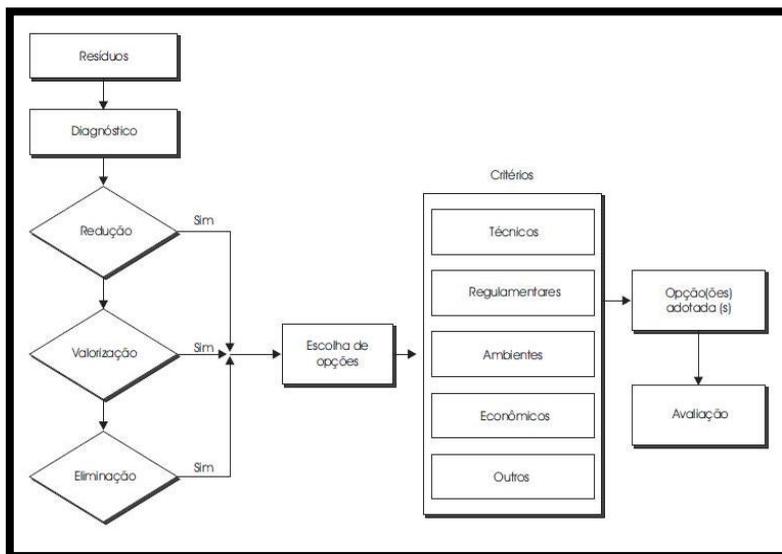


Figura 08: Estratégias de gestão de resíduos.

Fonte: BIDONE, 2001.

A norma brasileira ABNT NBR: 10.004 (ABNT, 2004) denomina resíduos sólidos como provenientes de atividades da comunidade (industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição), quer em estado sólido ou semi-sólido. Esta definição abrange também os lodos advindos de estações de tratamento

e de instalações de controle de poluição, bem como alguns líquidos que são considerados poluentes e não podem ser lançados na rede de esgoto ou em corpos de água, sem que passem por um sistema tecnológico de despoluição.

Miller (2007) afirma que, na natureza não existe resíduo sólido, pois os resíduos de um organismo transformam-se em nutrientes para outros organismos. Ainda de acordo com autor existem seis maneiras para diminuir a utilização de recursos, os resíduos e a poluição, são eles:

Consumir menos.	Antes de comprar qualquer produto, faça perguntas como: eu realmente preciso disso ou eu simplesmente quero? Posso comprar de segunda mão (reaproveitar)? Posso pedir emprestado ou alugar (reutilizar)?
Reprojetar processos de fabricação e produtos para que utilizem menos materiais e energia.	Deve-se buscar mudanças que envolvam economia no uso de energia e de materiais. Pode-se citar como exemplo o peso dos automóveis que foi reduzido em cerca de 1/4 utilizando-se uma combinação de aço, plásticos leves e materiais compostos, pode-se citar como exemplo também as latas de refrigerante que hoje contém 1/3 a menos de alumínio.
Reprojetar processos de fabricação para que produzam menos resíduos e menos poluição.	A maior parte dos solventes orgânicos tóxicos pode ser reciclada nas fábricas ou substituída por solventes a base de água ou de cítricos.
Desenvolver produtos fáceis de reparar, reutilizar, remanufaturar, compostar ou reciclar.	Uma fotocopiadora da Xerox nova com todas as peças reutilizadas ou recicláveis para fácil refabricação chega a economizar US\$ 1 bilhão em custos de manufatura.
Reprojetar os produtos para durarem mais tempo.	Os pneus de hoje tem uma vida média de 97.000 Km. Os pesquisadores acreditam que esta distância pode ser estendida para até 160.000 Km.
Eliminar ou reduzir o uso de embalagens.	Do ponto de vista ambiental, a hierarquia preferencial para a embalagem é a ausência de embalagem (produtos nus), embalagens mínimas, embalagem reutilizável e embalagem reciclável.

Quadro 2: Os seis passos da sustentabilidade

Fonte: Adaptado de MILLER, 2007.

Para Braga *et al.* (2005) a geração de resíduo e o volume gerado estão relacionados com a situação econômica da população e com o tipo

de atividade econômica desenvolvida na área onde é produzido o resíduo.

Os resíduos de uma área urbana são constituídos por desde aquilo que vulgarmente se denomina 'resíduo' (mistura de resíduos produzidos nas residências, comércio e serviços e nas atividades públicas, na preparação de alimentos, no desempenho de funções profissionais e na variação de logradouros) até resíduos especiais, e quase sempre mais problemáticos e perigosos, provenientes de processos industriais e de atividades médico-hospitalares. (BRAGA *et al.*, 2005, p. 147).

Os autores também afirmam que, conforme a norma brasileira NBR 10.004, os resíduos são classificados em três classes, conforme quadro 03:

Resíduos Classe I ou Perigosos	Constituídos por aqueles que, isoladamente ou por mistura, em função de suas características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, radioatividade e patogenicidade em geral, podem apresentar riscos à saúde pública (com aumento de mortalidade ou de morbidade) ou efeitos adversos ao meio ambiente, se manuseados ou dispostos sem os devidos cuidados.
Resíduos Classe III ou Inertes	São aqueles que não se solubilizam ou que não tem nenhum de seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, quando submetidos a um teste-padrão de solubilização (conforme NBR 10.006 – Solubilização de Resíduos).
Resíduos Classe II ou Não Inertes	São aqueles que não se enquadram em nenhuma das classes anteriores, incluindo se aqui as sacolas plásticas.

Quadro 03: Classificação dos resíduos sólidos segundo a NBR 10.004.

Fonte: Adaptado de BRAGA *et al.*, 2005.

Bidone (2001) afirma que do ponto de vista econômico o resíduo sólido é considerado como uma matéria que não possui valor comercial

para quem o descarta, uma vez que o preço de uso ou de troca é praticamente inexistente, ou ainda negativos para o indivíduo que o detém. Desta forma pode-se considerar como resíduo toda matéria que exige do seu proprietário um custo econômico para se desfazer da mesma. No entanto deve-se observar que a condição de resíduo é uma situação que pode ser provisória, visto que as condições econômicas, tecnológicas e de informação podem interferir diretamente junto ao indivíduo que possui este resíduo. Outros fatores como os de cunho psicológico e social também desempenham um importante papel nas decisões referentes à manutenção ou descarte dos resíduos.

De acordo com Braga *et al.* (2005), pesquisas recentes constataram que cada indivíduo gera diariamente cerca de 0,4 kg a 0,7 kg de resíduos, em algumas cidades este valor pode ultrapassar 1,0 kg. Estes resíduos, se descartados de forma inadequada, podem virar uma fonte de proliferação de insetos e roedores, e trazer sérios riscos para a saúde pública. Pode-se afirmar ainda que a tendência é de que este número aumente significativamente nos próximos anos, visto que alguns fatores contribuem diretamente para o aumento na geração de resíduos sólidos, são eles: aumento do poder econômico, a inserção de produtos com a vida útil reduzida, a influência da mídia, dentre outros.

2.2 Reciclagem

Observa-se a existência de duas correntes opostas em relação às vantagens e desvantagens da reciclagem, uma corrente é composta por alguns críticos ambientalistas que defendem que a reciclagem pode não ser viável do ponto de vista econômico, isso ocorre quando o custo de envio e tratamento dos resíduos nas estações de triagem é superior ao custo de envio para aterros sanitários ou para incineradores. Outro argumento utilizado é a questão relacionada ao espaço físico, visto que algumas localidades não sofrem com a escassez de espaço e poderia desta forma abrigar novos aterros sanitários. A outra corrente é composta pelos que defendem a reciclagem e concordam que a reciclagem pode ser viável economicamente, principalmente se for considerado a existência de materiais valiosos e de fácil reciclagem, este é o caso dos resíduos como o alumínio, papel e o aço. A Fundação Estadual do Meio Ambiente (2005) define a coleta seletiva como:

Coleta Seletiva é o processo pelo qual os resíduos sólidos são recolhidos separadamente, a princípio em dois tipos: o orgânico (úmido/compostável) - compreende restos de alimentos, cascas e caroços de frutas, ramos e folhas de poda de árvores e resíduos de jardinagem, basicamente; e o inorgânico (resíduo seco/reciclável) - aqueles que podem ser encaminhados a reuso ou reciclagem para retorno ao processo produtivo. (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005, p. 9)

Quando se fala em coleta seletiva deve-se ter em mente a busca por formas eficientes e econômicas para a aplicação da mesma, assim pode-se optar basicamente por duas formas: a primeira praticar a coleta através da entrega voluntária dos resíduos, neste caso as pessoas separam os resíduos por categoria e os depositam em postos de coleta, conhecidos como pontos de entrega voluntária (PEV). A segunda forma é através da coleta domiciliar ou porta a porta, nesta modalidade um veículo percorre uma determinada região fazendo a coleta dos resíduos previamente separados. O gráfico 01 mostra uma tendência de crescimento significativa no número de municípios com sistemas de coleta seletiva nos últimos anos.

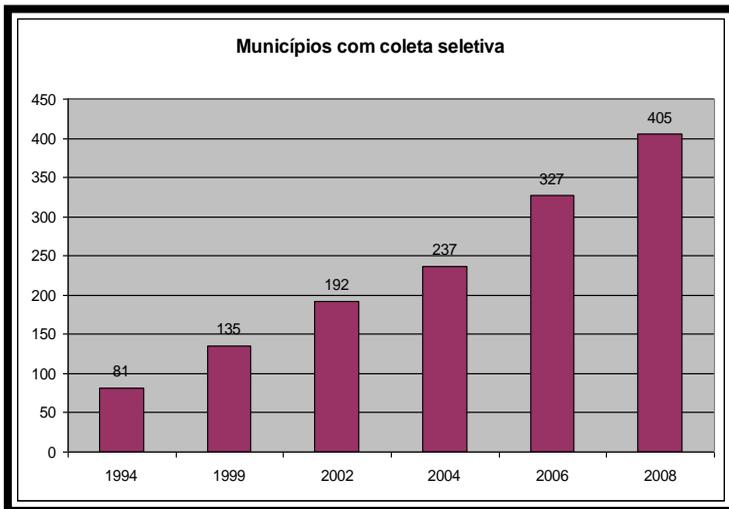


Gráfico 01: Municípios com sistemas de coleta seletiva.
Fonte: Adaptado de CEMPRE, 2008.

De acordo com Marquez (2008, p. 38) para facilitar a correta separação dos resíduos sólidos e conseqüentemente a prática da coleta seletiva, foi estabelecido internacionalmente um sistema de cores para os coletores de resíduos sólidos. “Utiliza-se vermelho para plástico, azul para papel e papelão, verde para vidro, amarelo para metal ferroso, cobre e alumínio e cinza para matéria-orgânica [...]”. Este sistema é demonstrado através da figura 09.



Figura 09: Padrão internacional de cores para identificação de recipientes para coleta de resíduos.

Fonte: ALFA5, 2011.

Para Peixoto, Campos e D’Agosto (2011) tanto os postos de entregas voluntárias quanto o sistema de recolhimento porta a porta, apesar de serem mais vantajosos que o processo de triagem, possuem aspectos positivos e negativos, para os autores o processo de entrega voluntária, através das PEV’s apresenta maior desvantagem com relação ao processo de recolhimento porta a porta, conforme pode-se observar no quadro 04.

Postos de entrega voluntária (PEV)	Vantagens	Desvantagens
	Facilita a coleta, reduzindo custos (redução nas despesas associada a uma redução na eficiência da coleta) com percursos longos, especialmente em bairros com baixa densidade populacional, como em zonas rurais, evitando trechos improdutivos na coleta porta a porta;	Requer mais recipientes para acondicionamento nas fontes geradoras;
	Auxilia a coleta nos municípios com atividade turística, cuja população costuma estar ausente da cidade nos dias em que há coleta dos recicláveis;	Demanda maior disposição da população, que precisa se deslocar até o PEV;
	Permite a exploração do espaço do PEV para publicidade e eventual obtenção de patrocínio;	Sofre vandalismo, desde o depósito de resíduo orgânico e animais mortos até pichação e incêndio;
	Permite a separação e descarte dos recicláveis por tipos, dependendo do estímulo educativo e do tipo de <i>container</i> , o que facilita a triagem posterior.	Exige manutenção e limpeza; Não permite a avaliação da adesão da comunidade ao hábito de separar materiais.
Recolhimento domiciliar (porta a porta)	Vantagens	Desvantagens
	Facilita a separação dos materiais nas fontes geradoras e sua disposição na calçada;	Exige uma infraestrutura maior de coleta, com custos mais altos para transporte;
	Dispensa o deslocamento até um PEV, permitindo maior participação;	Aumenta os custos de triagem, ao exigir posterior segregação.
	Permite mensurar a adesão da população ao programa, pois os domicílios / estabelecimentos participantes podem ser identificados durante a coleta (observando-se os materiais dispostos nas calçadas);	
	Agiliza a descarga nas centrais de triagem.	

Quadro 04: Vantagens e desvantagens dos processos de coleta seletiva.

Fonte: Adaptado de PEIXOTO, CAMPOS e D'AGOSTO, 2011.

Cruz (2002) considera que o grande problema ligado ao processo de coleta seletiva não é a falta de conscientização da população, uma

vez que a mídia já cuidou deste trabalho. Na visão do autor o que falta é uma maior mobilização do poder público para responder a demanda exigida pelos programas de coleta seletiva.

Nas figuras 10, 11, 12 e 13 são mostrados alguns sistemas de coletas seletivas nas cidades de Belo Horizonte, Betim e Santa Catarina. Este tipo ação reduz consideravelmente os custos para o tratamento dos resíduos, além de evitar a contaminação do mesmo. No entanto, em ambos os casos é necessária a participação ativa da população, para tanto torna-se fundamental um maior envolvimento dos agentes públicos e das indústrias no que tange investimentos em políticas de conscientização ambiental.



Figura 10: Coleta seletiva realizada em um condomínio de Belo Horizonte.

Fonte: AGÊNCIA MINAS, 2011.



Figura 11: Posto de coleta voluntária.

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2011.



Figura 12: Veículo de coleta seletiva do tipo “porta a porta” na cidade de Betim, em Minas Gerais.

Fonte: ORTH, 2004.



Figura 13: Ponto de entrega voluntária de resíduos em Florianópolis, Santa Catarina.

Fonte: FLORIANÓPOLIS, 2011.

Na figura 14 estão relacionadas algumas vantagens e desvantagens da reciclagem. Os fatores favoráveis a reciclagem são superiores aos fatores negativos, no entanto, há de se ressaltar que a reciclagem de alguns materiais como é o caso dos vidros e dos plásticos, pode não ser atrativa do ponto de vista econômico. Desta forma para estes tipos de materiais são necessárias ações mais arrojadas para atingir-se o objetivo que é a reciclagem dos mesmos.

A viabilização do sistema de coleta também pode ser favorecida pela inserção de uma política de troca de embalagens por brinquedos, cupons com valor financeiro, ou material esportivo em comunidades carentes, por exemplo. (SANTOS, AGNELLI E MANRICH, 2004, p.308)

Estes tipos de ações são fundamentais, pois a porcentagem de resíduos plásticos gerados são responsáveis pela ocupação de até 20% do volume dos rejeitos municipais, apresentando problemas como a saturação das atuais áreas de disposição e a dificuldade para se encontrar novas áreas. (OLIVEIRA, 2006, p.26)



Figura 14: Vantagens e desvantagens da reciclagem.
Fonte: Adaptado de MILLER, 2007.

A corrente de críticos que são desfavoráveis à reciclagem argumenta que o processo de reciclagem deveria gerar recursos suficientes para se autocustear, já os que defendem a reciclagem alegam

que os sistemas convencionais de disposição do resíduo são custeados através de taxas cobradas de residências e empresas.

O reaproveitamento resulta em vários benefícios e ganhos sociais, sejam eles de natureza visível pela não disposição de lixo em Aterro Sanitário, envolvendo todos os gastos da coleta convencional: coleta, transporte e disposição final do lixo, trazendo ganhos pela não aterragem, coleta e transportes evitados, sejam aqueles não tão visíveis, mas plausivelmente quantificáveis:

- economia de consumo de matéria-prima;
- diminuição de gastos com energia elétrica;
- consumo reduzido de água;
- melhoria do meio ambiente: redução poluição do ar e da água;
- diminuição de prazos dos processos produtivos: equipamentos que tem sobrevida com uso de sucatas ao invés do uso direto de matéria-prima tradicional, dentre outros.

Somando-se a estes ganhos e economia, existem as receitas diretas provenientes das vendas dos recicláveis no mercado. (NEGRA *et al.*, 2003, p. 15)

Esses mesmos defensores da reciclagem argumentam que é importante reduzir a utilização de aterros sanitários e incineradores, estes argumentos são sustentados por estudos que apontam os benefícios econômicos, relacionados à saúde e ao meio ambiente que são maiores que os custos relativos à reciclagem.

2.2.1 Reciclagem do plástico

No processo de fabricação dos plásticos as indústrias utilizam-se de materiais poliméricos. Estes compostos químicos que são derivados do petróleo podem ser considerados como a principal matéria prima para a geração de plásticos utilizados para abastecer a demanda do mercado.

A cadeia produtiva petroquímica e de transformação de plásticos é constituída por três gerações: os produtores de primeira geração (craqueadores) que fracionam a nafta ou o gás natural, transformando-os em petroquímicos básicos, como as olefinas e os aromáticos. As unidades de segunda geração produzem resinas termoplásticas como os polietilenos (linear, alta e baixa densidade) e o polipropileno, além de intermediários, resultantes do processamento de produtos primários, como o estireno, o acetato de vinila, entre outros. (SILVA e NETO, 2011, p. 246).

De acordo com Piva e Wiebeck (2004) e Passolongo (2009) os plásticos podem ser classificados em dois grupos: termoplásticos e termofixos. Os plásticos classificados como termoplásticos possuem propriedades que permitem seu aquecimento, possibilitando sua modelagem e resfriamento sem que este perca suas propriedades físicas. Nesta categoria de plásticos se enquadram o poliestireno, polietileno, acrílicos, poliamidas dentre outros. Os plásticos termofixos conhecidos também como termorrígidos possuem propriedades que os tornam rígidos após serem moldados, desta forma não é possível uma remodelagem do mesmo visto que estes deixam de apresentar flexibilidade, tornando-se não solúveis e infusíveis. Os termofixos mais conhecidos são as resinas de poliuretanos, o copolímero e o acetato de vanila.

De acordo com Kipper (2005) foi criada pela Sociedade Americana de Ensaio de Materiais a Norma D5033/1991, através da qual foi definido padrões para a reciclagem do plástico, conforme quadro 05.

<p>Reciclagem primária ou conhecida como pré-consumo</p>	<p>é a recuperação dos resíduos efetuada na própria indústria geradora. Consiste na conversão de resíduos plásticos por processos produtivos em bens de consumo com características de desempenho equivalentes às daqueles produtos fabricados a partir de resinas virgens. Esses resíduos são constituídos por artefatos defeituosos, aparas provenientes dos moldes ou dos setores de corte etc. Nesse caso a matéria-prima geralmente vem limpa e identificada. Na reciclagem primária o processo produtivo envolve geralmente triagem, moagem, lavagem, secagem podendo ainda sofrer processo de extrusão ou injeção em moldes. Se a reciclagem primária for realizada em filmes plásticos poderá haver um processo de aglutinação (pós-secagem) visando dar mais peso aos flocos (gerados na moagem) para facilitar seu processamento.</p>
<p>Reciclagem secundária, conhecida como pós-consumo</p>	<p>é a conversão de resíduos plásticos de produtos descartados no resíduo. Os materiais que se inserem nesta classe provém de lixões, usinas de compostagem, sistemas de coleta seletiva, associação de catadores e eventualmente de resíduo industrial. São constituídos pelos mais diferentes tipos de resina, o que exige uma boa separação para poderem ser aproveitadas. No trabalho em questão, quando há referência sobre reciclagem de plásticos, está se referindo à reciclagem pós-consumo. O produto final apresenta geralmente propriedades finais inferiores à resina virgem.</p>
<p>Reciclagem terciária</p>	<p>é a conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis, através de processos termoquímicos. Esses processos têm como base na despolimerização, isto é, os materiais plásticos sofrem uma decomposição química controlada gerando vários produtos, entre eles: oligômeros (são cadeias com várias unidades monoméricas unidas, mas em número menor que os polímeros); monômeros e outras substâncias que podem ser convertidas em matérias-primas que podem originar novamente as resinas virgens e outras substâncias interessantes para a indústria, como gases e óleos combustíveis.</p>
<p>Reciclagem Quaternária</p>	<p>é um processo que esta sendo muito discutido atualmente e se baseia no uso dos resíduos plásticos, através da queima, para gerar energia. Os produtos finais nesse caso não serão transformados em um novo artefato plástico e sim em energia e emissão gasosa, comumente dióxido de carbono, se houver combustão completa.</p>

Quadro 05: Padrões para a reciclagem do plástico.

Fonte: Adaptado de ASTM (1991, p. 307 – 309)

Para Kipper (2005, p.67) o processo de reciclagem de resíduos sólidos, com destaque para os plásticos “[...] é um negócio que vem se desenvolvendo pela força de seu mercado, por consumidores verdes, com consciência ambiental desenvolvida e que procuram produtos condizentes com sua filosofia”. No gráfico 02 nota-se o percentual de participação das prefeituras, empresas e cooperativas / associações de

catadores no montante de resíduos sólidos coletados para a reciclagem nos municípios mineiros. O que chama a atenção nos números apresentados é a parcela representada pelas cooperativas / associações que são responsáveis por 66% do resíduo sólido coletados para a reciclagem. O que demonstra a importância dos catadores no processo de recuperação destes materiais.

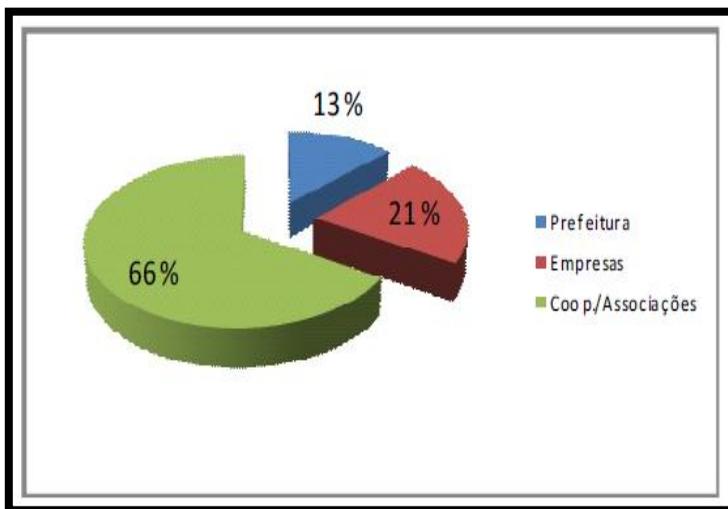


Gráfico 02: Coleta de materiais recicláveis nos municípios mineiros.
Fonte: DELL'ISOLA, 2011

De acordo com Piva e Wiebeck (2004) a solução ecologicamente correta para o descarte do resíduo plástico seria a sua reintegração ao processo produtivo. No entanto Vesilind e Morgan (2011, p. 334) abordam a dificuldade em se fazer à reintegração dos resíduos de plástico no processo produtivo uma vez que a etapa mais delicada para a reciclagem “[...] é a identificação e a separação do plástico. Como o plástico misto tem poucos usos econômicos, sua reciclagem será econômica apenas se tipos diferentes de plásticos forem separados entre si”. Uma forma de viabilizar a reciclagem dos resíduos plásticos seria a separação destes da forma correta na fonte geradora, ou seja, nas residências. Com o intuito de facilitar a separação destes resíduos, algumas indústrias passaram a marcar seus produtos com um código conforme figura 15, de forma a auxiliar o consumidor no momento do descarte.



Figura 15: Símbolos que indicam a reciclabilidade e identificam o polímero que constitui o produto.

Fonte: Adaptado de PIVA E WIEBECK, 2004 p. 42-43.

Desta forma é comum encontrar inúmeros recipientes e outros itens plásticos descartados de forma irregular no entorno de estradas, rios, lagos e praias. A dificuldade em se reciclar o plástico se dá em virtude de três razões, conforme pode-se observar no quadro 06:

Primeira razão:	É difícil isolar muitos plásticos dos outros resíduos, pois as diversas resinas utilizadas em sua fabricação são difíceis de identificar, e alguns plásticos são compostos de diferentes resinas. A maior parte dos plásticos contém estabilizantes e outras substâncias químicas que devem ser removidas antes da reciclagem.
Segunda razão:	A recuperação das resinas plásticas individuais não rende muito material, pois apenas pequenas quantidades de determinada resina são utilizadas por produto.
Terceira razão:	O preço ajustado à inflação do petróleo utilizado para produzir petroquímicos para a fabricação de resinas plásticas é tão baixo que o custo das resinas plásticas virgens é muito menor que o das resinas recicladas. Uma exceção é o PET, usado principalmente em garrafas plásticas para refrigerante.

Quadro 06: Três razões que dificultam a reciclagem do plástico.

Fonte: Adaptado de MILLER, 2007.

Apesar de apresentar características que tornam o processo de reciclagem do plástico difícil; tornando-se inviável do ponto de vista econômico em alguns casos; é importante que invista-se em tecnologias que proporcione o reaproveitamento do plástico, uma vez que este tipo de resíduo é hoje considerado um agente poluidor de grandes proporções.

2.2.1.1 Processo de reciclagem energética

Guelbert *et al.* (2007) descreve que no processo de reciclagem energética do plástico é feita a queima do material ocorrendo desta forma a liberação de calor muito forte, obtendo-se uma temperatura maior que a que conseguida através da queima de carvão ou óleo combustível, este calor “[...] é aproveitado na forma de energia. Porém, esta prática resulta em emissão de CO₂, agravando ainda mais o efeito estufa e emissão de dioxinas, que são compostos altamente tóxicos”. Kipper (2005) define a reciclagem energética com um processo que consiste em:

Em linhas gerais ela pode ser definida como a recuperação da energia contida nos resíduos sólidos urbanos na forma de energia elétrica ou térmica. Pode também ser entendida como a queima controlada do resíduo plástico buscando recuperar a energia contida nele derivada de sua origem. (KIPPER, 2005, p. 118)

Nota-se, que este tipo de processo requer cuidados especiais, principalmente com a emissão de gases, uma vez que estes podem causar danos a saúde e ao meio ambiente, desta forma é importante manter um controle rígido a respeito da situação dos equipamentos utilizados para este processo, bem como dos equipamentos de mitigação, evitando-se assim danos ao meio ambiente.

2.2.1.2 Processo de reciclagem mecânica

Outra forma de reciclagem do plástico é conhecida como processo mecânico. Neste processo o plástico, após passar pelos processos físicos segue três etapas conforme quadro 07 abaixo:

Recuperação	Esta etapa inicia-se no instante do descarte da embalagem, findando-se com as montagens de fardos que são revendidos como resíduo comercializável. Observa-se ainda neste processo a necessidade de separação do plástico por categoria e de fazer a sua prensagem, otimizando, desta forma, a logística de transporte.
Revalorização	O plástico adquirido passa por processo de transformação do resíduo em matéria prima para retorno ao processo industrial. É comum nesta fase fazer a moagem dos resíduos transformando estes em flocos refinados, obtendo-se desta forma um maior valor comercial do produto.
Transformação	Abrange a fase final do processo de reciclagem, ou seja, os flocos são inseridos novamente no processo produtivo, como matéria prima e se transformam em novos produtos.

Quadro 07: Etapas dos processos físicos de reciclagem mecânica
Fonte: Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET (2011)

A figura 16 representa um fluxograma com as etapas do processo mecânico de reciclagem do plástico.

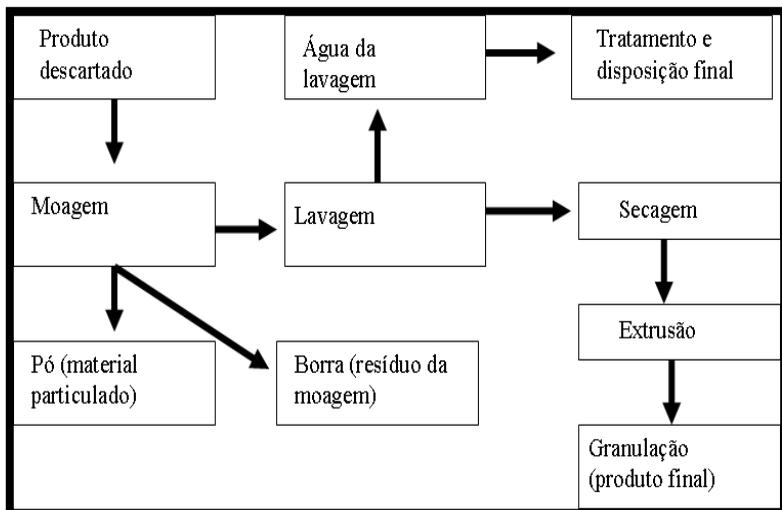


Figura 16: Fluxograma esquemático de reciclagem mecânica de plásticos.

Fonte: Adaptado de PIVA E WIEBECK, 2004.

O processo de reciclagem mecânica é o mais utilizado no Brasil, visto que o mesmo apresenta um menor custo operacional, garantido ainda uma boa qualidade do produto.

2.2.1.3 Processo de reciclagem química

No processo de reciclagem química o plástico é submetido a um processo de reação química, transformando-se desta maneira em outro tipo de plástico, o que possibilita após o processo a utilização do mesmo como insumo para a produção de outras resinas. Para Piva e Wiebeck (2004, p. 62) “a reciclagem química, também denominada terciária, consiste em um processo tecnológico onde se realiza a conversão do resíduo plástico em matérias-primas petroquímicas básicas (retorno a origem)”. Na figura 17 é apresentado um fluxograma com as etapas do processo químico de reciclagem do plástico.

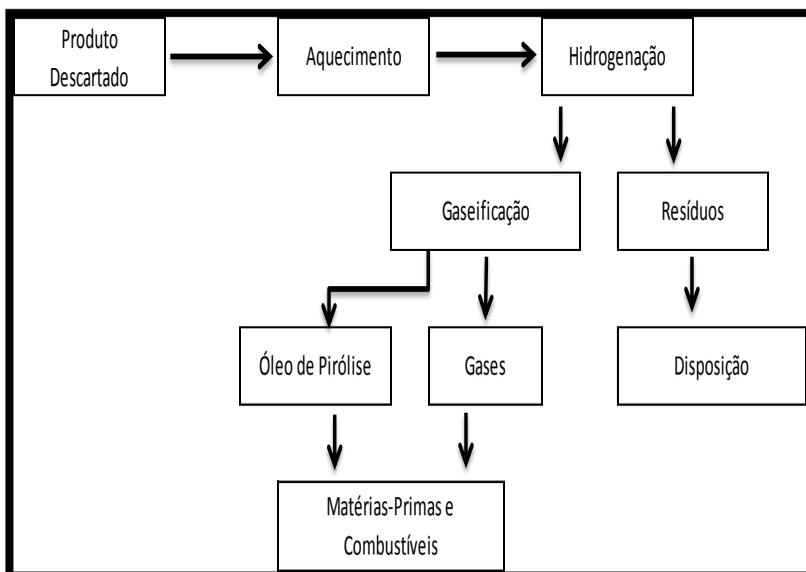


Figura 17: Fluxograma do processo de reciclagem química.

Fonte: Adaptado de INSTITUTO PVC, 2011.

Este tipo de processo apresenta uma grande desvantagem em comparação com o processo mecânico, uma vez que os custos operacionais são mais elevados, exigindo um maior investimento com a compra de produtos químicos, maquinário e capacitação da mão de obra, desta forma este processo se torna pouco atrativo e quase não é utilizado pelos países, que optam pelo processo mecânico para a reciclagem do plástico.

2.3 Resíduos sólidos e impactos ambientais

A maior parte dos resíduos sólidos urbanos do mundo é destinada a aterros sanitários que podem contaminar o solo e a água através da produção de líquidos tóxicos. Em alguns países os aterros controlados são constituídos de depósitos a céu aberto onde utiliza-se de um buraco no solo para o depósito do resíduo e cobertura do mesmo com terra, este tipo de sistema raramente é encontrado em países desenvolvidos, no entanto, são utilizados com grande frequência em países em desenvolvimento. Nestes depósitos conhecidos também como lixões, é comum a presença de crianças que trabalham e vivem da procura de restos de alimentos e de itens para reaproveitamento ou reciclagem. A

figura 18 retrata a situação atual quanto à disposição final dos resíduos sólidos no Estado de Minas Gerais. Nota-se claramente um percentual elevado de lixões e aterros controlados no Estado, aproximadamente 49% dos resíduos sólidos urbanos são enviados para estes locais, principalmente os da região norte. Na busca da regularização desta situação, o Governo de Minas, lançou em 2003 o programa Minas sem Lixões. De acordo com Freire (2009, p.1) “a meta do programa Minas Sem Lixões é erradicar, até o ano de 2011, 70% dos locais de disposição inadequada de RSU”.

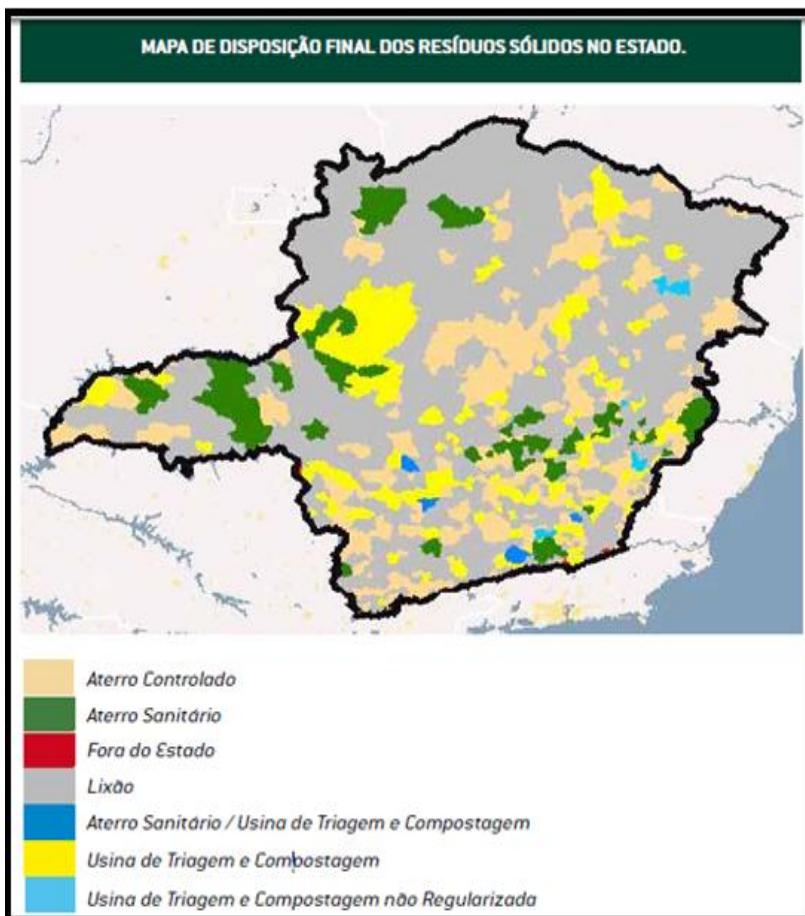


Figura 18: Disposição final dos resíduos sólidos em Minas Gerais.

Fonte: MINAS GERAIS, 2011.

Os países desenvolvidos utilizam-se de aterros sanitários mais novos e modernos onde os resíduos sólidos são armazenados em finas camadas, compactados e cobertos constantemente com uma camada de argila ou espuma plástica. Na criação destes aterros são observadas as condições geologicamente viáveis uma vez que ficam distantes de zonas de reabastecimento de lagos, rios, várzeas e aquíferos. Observa-se ainda que estes aterros possuem no fundo um revestimento com argila e plástico antes de receber o resíduo, este revestimento é responsável pela coleta da água da chuva contaminada por resíduos sólidos, denominados de lixiviados.

Desta forma, previne-se o vazamento deste resíduo em direção a águas subterrânea, neste sistema utiliza-se a prática de perfuração de poços no entorno do aterro para monitorar qualquer tipo de vazamento. O processo de tratamento do lixiviados consiste em bombeá-lo do fundo do aterro armazenando-o em tanques e enviando-o para uma usina de tratamento de esgoto comum.

Quando o aterro está completamente saturado ele recebe uma cobertura de argila, areia, cascalho e terra, impedindo, desta forma, a infiltração de água. São observados ainda que estes aterros sanitários possuem uma estrutura de tubos ventiladores para captação dos gases do aterro, que são compostos principalmente por gases de efeito estufa (metano e dióxido de carbono) que são liberados pelo processo de decomposição subterrânea dos resíduos. O gás metano é queimado em pequenas turbinas de gás onde gera vapor ou eletricidade, que é utilizada em instalações próximas ou é vendido para empresas que utilizam este gás como combustível.

No entanto, de acordo com Ehrig (1992), existem fatores de restrição no que tange o envio de resíduos sólidos para os aterros sanitários uma vez que para comportar o volume gerado é necessário observar a capacidade disponível no local. Desta forma, a maioria dos plásticos que são enviados diariamente aos aterros sanitários ocupa um volume relativamente grande, esta ocupação ocorre devido a representatividade que estes materiais possuem no fluxo dos resíduos urbanos, somando-se a este aspecto deve-se considerar ainda a elevada resistência à biodegradação destes resíduos.

Diante das evidências quanto aos problemas gerados pelos plásticos nos aterros sanitários, ocorre a partir da década de 90, uma mobilização de ambientalistas e de pessoas do setor de resíduos urbanos, que cobram a utilização de novas tecnologias e alternativas para a substituição do plástico. Dentro desta perspectiva questiona-se a

viabilidade da implantação de aterros sanitários, uma vez que a quantidade de resíduos sólidos aumenta cada vez mais, visto que a cada dia se torna maior a presença de plásticos na composição dos resíduos domésticos.

A avaliação de impacto ambiental, segundo Moura e Oliveira (2012) pode ser definida como um processo através do qual são adotadas uma série de procedimentos de origem técnica ou político-administrativa que tem como objetivo principal assegurar a previsão e análise dos impactos ambientais de um projeto, além de fornecer embasamentos para a decisão sobre a viabilidade de implantação do mesmo. De acordo com a resolução CONAMA 01/86 para a realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) deve-se abordar no mínimo o conteúdo do Art. 6º, conforme descrito no quadro 08:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto Ambiental o órgão estadual competente; ou o IBAMA ou quando couber, o Município fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Quadro 08: Procedimentos para confecção do EIA.

Fonte: Adaptado de CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986.

Levando-se em consideração sua finalidade, o produto gerado pelo estudo de impacto ambiental deve ser comunicado aos entes envolvidos no processo, para isso faz-se necessário à divulgação do mesmo em formato de relatório, utilizando-se de linguagem direta para esclarecer os pontos abordados no EIA (Estudo de Impacto Ambiental).

O EIA deve ser capaz de descrever e interpretar os recursos e processos que poderão ser afetados pela ação humana. Nesse contexto, o diagnóstico ambiental não é somente uma das etapas iniciais de um EIA: ele é, sobretudo, o primeiro elo de uma cadeia de procedimentos técnicos indissociáveis e interdependentes, que culminam com um prognóstico ambiental consistente e conclusivo. (ESCOLA SUPERIOR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO, 2004, p.16)

Para Negreiros e Abiko (2007) o EIA é considerado um método que atinge as particularidades dos impactos ambientais de maneira singular, possibilitando desta forma a produção de relatórios diferentes para cada empreendimento. Esta característica flexível permite o uso deste método em diferentes tipos de empreendimentos. No entanto a Escola Superior do Ministério Público da União (2004) afirma que o EIA apresenta falhas. A principal delas é a forma como a metodologia é utilizada, uma vez que é comum principalmente em grandes empreendimentos o licenciamento feito por etapas do projeto o que gera situações como: omissão e registro pouco abrangente do projeto específico.

2.3.1 Classificação dos impactos ambientais

De acordo com Spadotto (2002) a classificação dos impactos ambientais é feita com base na Magnitude e na Importância que os mesmos geram no meio ambiente. A Magnitude pode ser entendida como a abrangência de um impacto ambiental em termos quantitativos ou qualitativos. Já a importância é tida como o grau de relevância de um impacto ambiental frente a fatores ambientais considerados normais. Ainda de acordo com o autor “os impactos ambientais podem ser classificados qualitativamente segundo seis critérios: valor, ordem, espaço, tempo, dinâmica e plástica” (SPADOTTO, 2002, p. 2).

Desta forma pode-se dizer que a classificação quantitativa dos impactos ambientais é importante uma vez que esta fornece uma visão a respeito do grau de alteração do ambiente, tornado possível a adoção de medidas mitigadoras.

As medidas mitigadoras destinam-se a prevenir a ocorrência de impactos ou reduzir sua magnitude. Na proposição de medidas mitigadoras, a lógica referida nos tópicos anteriores continua: somente poderão ser propostas medidas para os impactos detectados e, por sua vez, estes só poderão ser vistos a partir de um bom diagnóstico das áreas de influência do empreendimento. (ESCOLA SUPERIOR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO, 2004, p.28)

Moura e Oliveira (2012) afirmam que a escolha da metodologia de avaliação de impactos ambientais deve ser embasada em procedimentos lógicos, técnicos e operacionais permitindo desta maneira que o processo, antes mencionado, seja completado. Ainda de acordo com os autores as análises e avaliações dos impactos ambientais produzidos por projetos, planos, programas e políticas tornam-se cada vez mais fortalecida.

2.4 Métodos para realização da avaliação de impactos ambientais.

De acordo com o IBAMA (1995), Mariano (2007), Moura e Oliveira (2012), Braga *et al.* (2005) e Stamm (2003) existem vários métodos que podem ser utilizados para avaliar os impactos ambientais, sendo eles: Análise de Valor e Uso, Simulação Dinâmica de Sistemas, Método Espontâneo ou "*Ad hoc*", Método de Listagem de Controle (*Checklist*), Método de Matriz de Interação (Matriz de Leopold), Método de Superposição de Cartas (*Overlay Mapping*) e Método da Análise Custo-benefício. Ao se escolher um método deve-se levar em consideração fatores como: recursos técnicos, verba disponível, tempo de execução, disponibilidade de dados e informações e atendimento aos requisitos legais. Nesta dissertação o método escolhido foi o da Matriz de Leopold, que será explicado em seguida.

2.4.1 Método de Matriz de Interação (Matriz de Leopold)

A Matriz de Leopold de acordo com Tommasi (1994, p.166) é um método para avaliar de forma quantitativa os impactos ambientais. Ainda de acordo com o autor, o uso desta metodologia proporciona uma ágil identificação, mesmo não sendo esta definitiva, dos aspectos ambientais existentes em determinado processo, permiti ainda identificar para cada atividade, os potenciais efeitos sobre as variáveis ambientais.

As matrizes de interação são amplamente utilizadas para a identificação dos impactos ambientais, uma vez que através delas é possível relacionar as alterações provenientes do projeto com as demandas ambientais. O processo consiste em utilizar o cruzamento de linhas e colunas de forma a representar o impacto ambiental provocado pela ação em determinado ambiente.

Desta maneira os impactos positivos ou negativos estudados, são classificados como de natureza física, biótica e sócio-econômicos. Após esta definição eles são inseridos no eixo vertical da matriz e seus impactos são relacionados na matriz através da classificação biótica, antrópico e física, avaliando-se desta forma os impactos conforme suas características. Para Lollo e Röhm (2005) a Matriz de Leopold em comparação com as outras metodologias existentes é a que possibilita maior rapidez, simplicidade e flexibilidade permitindo a identificação dos impactos ambientais.

Através da utilização da Matriz de Leopold, é possível obter uma avaliação quantitativa dos impactos ambientais analisados. A figura 19 é um exemplo de matriz de interação.

IMPACTOS AMBIENTAIS		VALORAÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS	Pr	Cr
Característica Ambiental	AR				
Meio Físico					
Alteração do microclima local, pela remoção da cobertura vegetal na área de implantação do empreendimento.		N, I, L, C, T, V	Quando ocorrer o encerramento do aterro, isolar a área e garantir o efetivo repovoamento da vegetação através do monitoramento permanente com reposição das espécies mortas.	X	
provável melhoria da qualidade do ar, em decorrência do serviço de coleta, evitando a queima do lixo nos domicílios e no local de disposição do lixo urbano - lixão.		P, I, E, C, Y, V	Intensificar a fiscalização do cumprimento das posturas municipais.	X	
Provável alteração na qualidade do ar pela emissão de odores fétidos provocados pela decomposição dos resíduos sólidos, dispostos na área de implantação do Aterro Sanitário.		N, D, L, M, A, V	Utilizar camada de cobertura com solo, acima dos resíduos dispostos.	X	
			Utilizar dispositivo de chama (piloto) que deverá ser instalado nos elementos de saída de cada sistema de drenagem de gases a fim de evitar riscos de uma possível ignição natural e explosiva.		
Melhoria da qualidade do ar decorrente da coleta diária de resíduos dispostos de forma inadequada na área urbana.		P, I, E, C, Y, V	Treinamento dos funcionários responsáveis pela coleta de lixo.	X	
			Sensibilizar a população, através da educação ambiental, sobre a importância do acondicionamento e disposição adequada de resíduos.		
Provável redução da qualidade do ar nas áreas de acesso do aterro sanitário, devido ao tráfego de caminhões e máquinas.		N, I, L, C, Y, V	Pavimentação das vias de acesso.	X	
			Irigar a área e vias de tráfego, quando não pavimentadas.		

Valoração do Impacto: P - Positivo; N - Negativo; D - Direto; I - Indireto; R - Regional; E - Estratégico; C - Curto Prazo; M - Médio Prazo; O - Longo Prazo; T - Temporário; Y - Cíclico; A - Permanente; V - Reversível; S - Irreversível; Pr - Preventivo; Cr - Corretivo.

Figura 19: Matriz de interação.
Fonte: Adaptado de TOCANTINS, 2012.

Os resultados obtidos com a aplicação deste método servem de base para confrontar os impactos ambientais de alta e média magnitude, atuando ainda como direcionadores para tomada de medidas de controle por parte da organização. Para o Ibama (2001, p.15) o método consiste na marcação das prováveis [...] “interações entre as ações e os fatores, para em seguida estabelecer, em uma escala que varia de 1 a 10, a magnitude e a importância de cada impacto, identificando se o mesmo é positivo ou negativo”. Kurtz (2002), aponta como vantagem da matriz de Leopold a possibilidade de inserção de modelos matemáticos, que permitem a introdução de fatores biofísicos e sociais sendo estes dados qualitativos ou quantitativos, possibilitando desta forma o cruzamento das ações propostas frente aos fatores ambientais.

No entanto, autores como Moura e Oliveira (2012) apontam fatores negativos na metodologia em questão, uma vez que na visão dos mesmos ocorre certa subjetividade no momento de atribuir um peso ao fator magnitude e importância aos impactos.

O estabelecimento destes pesos constitui um dos pontos mais críticos, não só das técnicas matriciais, mas também dos demais métodos quantitativos. A matriz de Leopold pode ser criticada neste sentido, pois, em sua concepção primeira não explicita claramente as bases de cálculo das escalas de pontuação de importância e da magnitude. Outros aspectos criticáveis podem ser apontados, como a não identificação, analogamente às check-lists, das inter-relações entre os impactos, o que pode levar à dupla contagem ou à subestimativa dos mesmos, bem como a pouca ênfase atribuída aos fatores sociais e culturais. (MOURA e OLIVEIRA, 2012, p.7)

Desta forma pode-se dizer que a utilização deste método tem como objetivo dois pontos fundamentais, o primeiro a grandeza do impacto ambiental avaliado em termos irrestritos e o segundo está ligado ao fator importância que é obtido através da avaliação da intensidade dos efeitos provocados pelo impacto ambiental.

2.5 Avaliação do ciclo de vida das sacolas plásticas.

De acordo com Prado (2007) a avaliação do ciclo de vida de um produto, ou ACV, é definida como um processo onde se busca entender a complicada interação entre um produto e o ambiente, utilizando-se para isso da avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados ao produto.

A ACV (Avaliação de Ciclo de Vida) é uma técnica para avaliar o desempenho ambiental de um determinado produto: incluindo a identificação e quantificação da energia e das matérias-primas utilizadas no seu ciclo de fabricação, bem como as emissões para a água, solo e ar inerentes da produção, utilização e disposição final, avaliando o impacto ambiental associado ao uso dos recursos naturais (energia e materiais) e emissões de poluentes e identificando oportunidades para melhorar o sistema de forma a otimizar o desempenho ambiental do produto. (QUEIROZ; GARCIA, 2010, p.1)

Na figura 20 verifica-se um exemplo de um diagrama dos estágios de ciclo de vida de um produto.

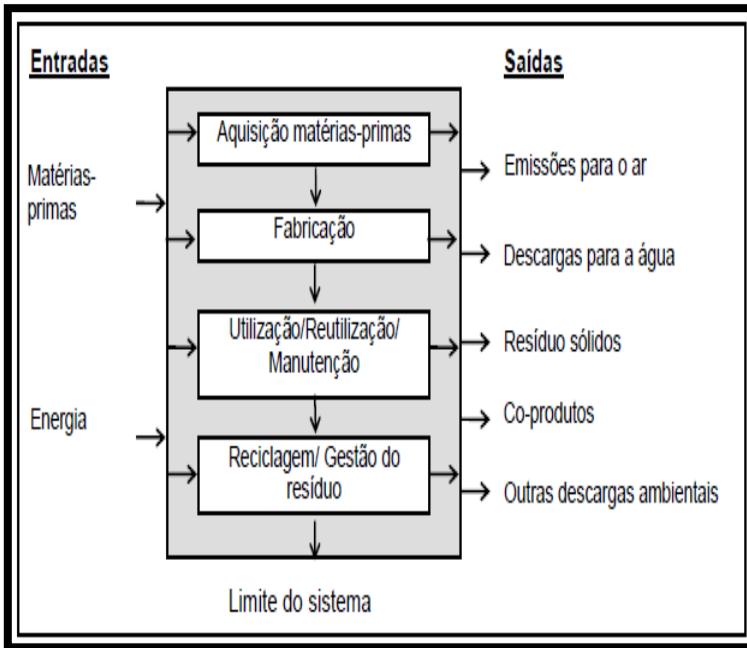


Figura 20: Estágios do ciclo de vida do produto.

Fonte: USEPA citada por Ferreira, 2004.

Diante da importância do ciclo de vida dos produtos, vários têm sido os conceitos desenvolvidos com o intuito de proporcionar o correto gerenciamento do ponto de vista ambiental dos recursos empregados no processo de desenvolvimento, produção e descarte destes produtos.

Estes novos conceitos de sustentabilidade estão presentes desde a concepção do projeto, sendo avaliadas todas as etapas do processo de fabricação. Spinacé e Paoli (2005, p.70) afirmam que desta maneira é feito um mapeamento que abrange “[...] desde a exploração das matérias-primas brutas até o uso final, passando pelo transporte, embalagem, reciclagem e destino final dos resíduos”. Desta forma é possível detectar e implantar melhorias ambientais no ciclo produtivo visando minimizar a geração de resíduos, aumentar a reutilização dos insumos e incorporar o conceito de reciclagem.

Dentro deste conceito é importante analisar não somente o ciclo de vida dos produtos, mas também deve-se dar ênfase às embalagens

utilizadas nos mesmos. Para o mercado o importante é que as embalagens atendam a finalidade para a qual foram desenvolvidas, esta aplicabilidade na visão de Valt (2004) está ligada à valorização do produto, a garantia do prazo de validade e a integridade física do produto e exerce ainda a função de proporcionar maior conveniência para o consumidor, no processo de transporte, armazenamento e uso do produto.

2.5.1 Etapas da análise do ciclo de vida

Valt (2004) afirma que a definição do ciclo de vida de um produto pode ser alcançada através da análise de quatro fases, são elas: o objetivo e escopo, a análise do inventário, a avaliação de impacto e a interpretação. Na figura 21 é retratada a inter-relação das etapas do estudo do ciclo de vida.

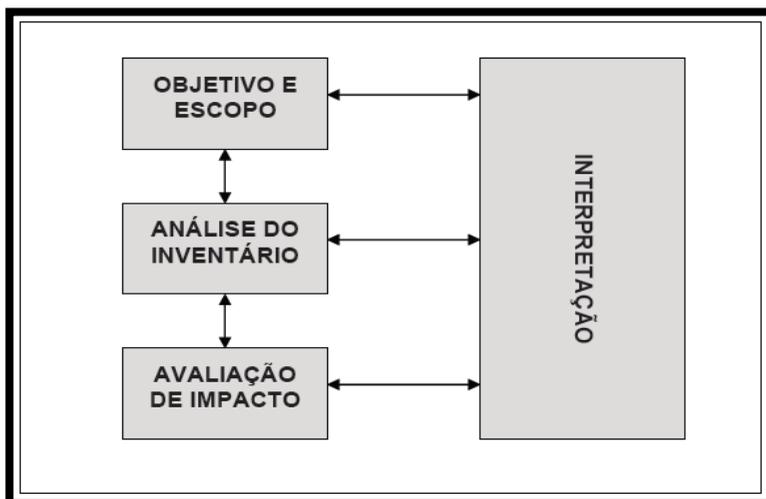


Figura 21: Etapas da análise do ciclo de vida.

Fonte: VALT, 2004.

Deve-se ressaltar que na realização de estudos voltados a análise do ciclo de vida é importante a realização de comparação entre produtos, desta forma torna-se necessário a definição de referências, conforme afirma Soares *et al.* (2010). No quadro 09 estão detalhadas as etapas do processo de análise do ciclo de vida.

<p>Definição dos objetivos do estudo (escopo)</p>	<p>Esta fase engloba a descrição e a justificativa do projeto. Definem-se as matérias e processos envolvidos na análise da ACV (limita a abrangência do estudo). Aqui, listam-se os parâmetros envolvidos no estudo. Pode-se, nesta etapa, limitar o assunto da ACV. Por exemplo: fazer a análise apenas quanto ao impacto ambiental, não considerando fatores relacionados à saúde do ser humano envolvido nas etapas do ciclo de vida de um produto.</p>
<p>Identificação dos impactos potenciais (inventário)</p>	<p>Uma vez definido o campo de atuação, ou seja, o campo de estudo, o inventário consiste da quantificação das matérias e processos envolvidos na ACV. Nesta etapa, os campos escolhidos (extração de MP, manufatura, distribuição, etc) serão quantificados quanto a entradas e saídas de alguns parâmetros como, por exemplo, materiais, energia, água e ar (entrada) e produtos, efluentes líquidos, resíduos sólidos e gases (saída). A condução do inventário é um processo iterativo. É a etapa mais trabalhosa e mais detalhada, da ACV.</p>
<p>Soma e análise dos resultados (análise do impacto ambiental)</p>	<p>Representa um processo qualitativo/quantitativo de entendimento e avaliação da magnitude e significância dos impactos ambientais baseado nos resultados obtidos na análise do inventário. O nível de detalhe, a escolha dos impactos a serem avaliados e a metodologia utilizada dependem do objetivo e do escopo do estudo. Nessa parte é montada a matriz bidimensional e calculados seus valores. Identificação, caracterização e valoração dos parâmetros envolvidos na ACV. Exemplo: <i>Consequências das emissões gasosas: 1) provoca chuva ácida; 2) contribui para o efeito estufa, etc.</i> Para cada uma destas consequências, existirá um valor que poderá ser maior ou menor, dependendo do objetivo da análise. A valoração é muito subjetiva e está diretamente relacionada com os objetivos que se pretende alcançar na ACV de um determinado produto ou processo.</p>
<p>Sugestão de ações alternativas e mitigações (melhoria e/ou ganho ambiental)</p>	<p>A melhoria ambiental pode ocorrer quando temos identificados e avaliados os impactos ambientais passíveis de melhoria. Consiste na proposição de modificações de características ou de processos de produtos que venham a ser benéficas ao ambiente. Os resultados desta fase podem tomar a forma de conclusões e recomendações aos tomadores de decisão.</p>

Quadro 09: Metodologia de análise de ciclo de vida.

Fonte: Adaptado de (Remedio e Zanin, 2000, p.7-8).

Através dos resultados obtidos é possível visualizar pontos importantes relacionados ao ciclo de vida do produto que precisam de ajustes, possibilitando a implantação de estratégias de manufatura voltadas ao aprimoramento, substituição, recuperação e remodelação dos processos e produtos buscando a preservação ambiental.

3 METODOLOGIA

3.1 Local de Estudo

A empresa que serviu de base para este estudo é o aterro sanitário Macaúbas, situado na Rodovia MG5 km 8.1, no bairro Nossa Senhora de Fátima na cidade de Sabará. No local são depositados além dos resíduos sólidos da cidade de Sabará os resíduos sólidos do município de Belo Horizonte e de algumas cidades vizinhas, conforme pode ser observado na figura 22. O estudo de caso e as ferramentas apresentadas ao longo deste trabalho foram aplicados no referido aterro sanitário. Por este motivo, os resultados observados devem ter sua análise restrita ao ambiente estudado.

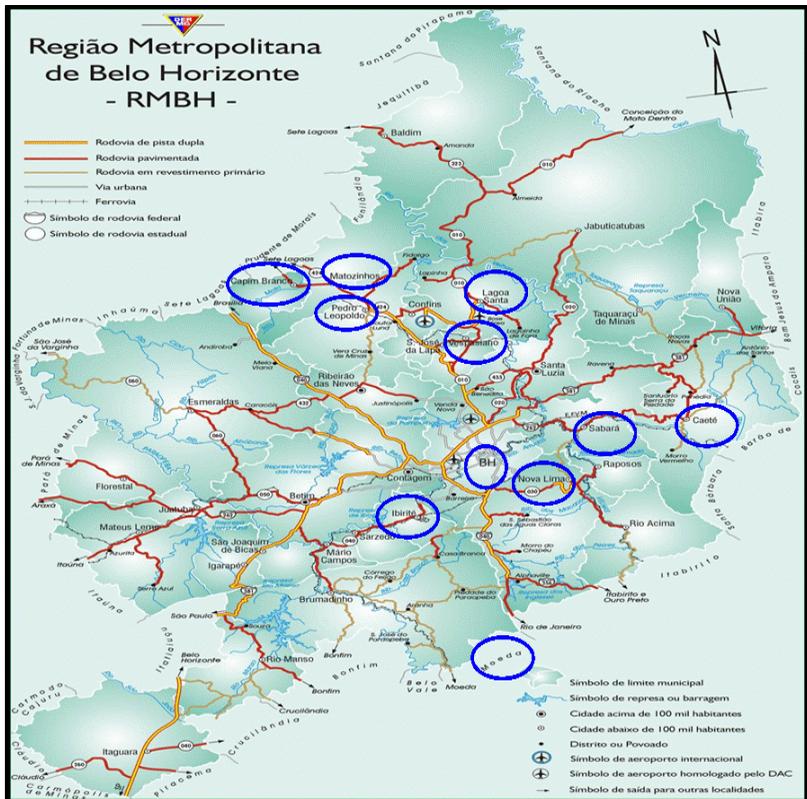


Figura 22: Região Metropolitana de Belo Horizonte.
Fonte: GUIA GEOGRÁFICO, 2012.

A análise da estimativa dos impactos ambientais provocados pelo uso de sacolas plásticas nos resíduos sólidos da cidade de Belo Horizonte e Região Metropolitana, baseia-se, num primeiro instante, em caracterizar e determinar o projeto de pesquisa, através da definição do problema e da delimitação da abrangência da pesquisa, no momento subsequente será enfatizada as questões referentes a construção e sustentação dos fundamentos epistemológicos.

3.2 Visita técnica

Para se obter um resultado mais próximo da realidade, foi realizada uma visita técnica ao aterro acompanhada de uma entrevista semi-estruturada com os responsáveis pelo centro de tratamento de resíduos. Desta forma buscou-se identificar na fonte primária as formas de tratamento utilizadas para a destinação dos resíduos sólidos urbanos, com especial atenção nas sacolas plásticas.

3.3 População e amostra

Os dados obtidos foram gerados pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU). Para o levantamento de tais dados utilizou-se de consultas ao banco de dados da instituição. A organização do material refere-se à geração de resíduos sólidos na cidade de Belo Horizonte. A partir da consulta de documentos internos da instituição tais como: o relatório final de caracterização dos resíduos sólidos do Município de Belo Horizonte (2002) e o Relatório Anual de Atividade da Limpeza Urbana (2010) foi possível descrever a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Belo Horizonte.

De acordo com a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU, 2010) a parte representativa dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte é proveniente dos domicílios e da atividade comercial. Ainda de acordo com a SLU para a realização da pesquisa foram recolhidas 100 amostras de resíduos sólidos domiciliar. As amostras foram distribuídas entre as 10 regionais, conforme se observa no quadro 10.

Gerência	Nº de Distritos	%	Número de Amostras por etapa				
			1ª	2ª	3ª	4ª	TOTAL
Barreiro	22	10,5	03	03	03	03	12
Centro	11	5,4	01	01	01	01	04
Leste	24	11,7	03	03	03	03	12
Nordeste	26	12,4	03	03	03	03	12
Noroeste	35	16,7	04	04	04	04	16
Norte	17	8,0	02	02	02	02	08
Oeste	23	11,0	03	03	03	03	12
Pampulha	21	10,0	03	03	03	03	12
Sul	12	5,7	01	01	01	01	04
Venda Nova	19	9,0	02	02	02	02	08
Total	210	100	25	25	25	25	100

Quadro 10 - Distribuição das Amostras por Gerência de Limpeza Urbana

Fonte: Adaptado da SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE (2010).

Utilizou-se ainda de dados obtidos através do Censo Demográfico (2010) divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística que aborda as características relacionadas à taxa de serviço de coleta de resíduos sólidos nos municípios, formas de destinação dos resíduos sólidos e quantidade de resíduos gerados no país.

3.3.1 Representatividade volumétrica

A verificação da classificação gravimétrica e da composição física, química e microbiológicas dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Belo Horizonte segue a seguinte definição metodológica: para a pesquisa são utilizados fundamentos estatísticos de amostragem estratificada proporcional, cuja premissa diz que toda fração identificável no conjunto-universo deve estar representada na composição amostral, nas mesmas proporções em que ocorre na escala real.

Fez-se a distribuição das amostras em quatro etapas, a intervalos trimestrais, sob a justificativa de investigar a influência da sazonalidade na geração dos resíduos, os números de amostras são definidos por Gerência de Limpeza Urbana/Administração Regional, proporcionalmente ao número de distritos existentes.

Quanto aos parâmetros de pesquisa adotados pela SLU os mesmos consistem em: determinar a densidade do resíduo e composição gravimétrica (matéria orgânica, papel, metal, plástico, vidro, tecido, madeira, couro, borracha, entulhos, etc.); determinar as características físico-químicas: umidade, pH e sólidos voláteis; determinar as características químicas: metais pesados (zinco, cobre, chumbo, cádmio, cromo, mercúrio, níquel) e nutrientes (carbono orgânico total, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, sódio) e por fim determinar as características microbiológicas: coliformes fecais, estreptococos fecais e salmonela. (Superintendência de Limpeza Urbana, 2010).

3.4 Aplicação da Matriz de Leopold

Para a referida análise foi mantida a estrutura básica da ferramenta, acrescentando-se apenas pequenas modificações, dada a especificidade dos impactos ambientais estudados. Tais modificações estão relacionadas à classificação dos impactos ambientais, as etapas do processo de implantação e operação pertinentes a um aterro sanitário e ao ecossistema avaliado.

3.4.1 Impactos Ambientais: Matriz de Leopold

Através da aplicação da Matriz de Leopold foi possível efetuar o levantamento dos aspectos ambientais existentes nas fases de implantação e operação do aterro sanitário, contemplados nesta pesquisa, demonstrando os efeitos gerados no ecossistema local. Para melhor compreensão destes impactos, fez-se uso de duas planilhas, onde as variáveis presentes em cada uma das etapas do processo foram classificadas com pesos e magnitudes diferentes.

Na confecção da matriz, utilizou-se ainda de adaptações no intuito de tornar sua leitura e entendimento mais fácil. Foram relacionados nas linhas os fatores ambientais observados nas atividades realizadas, nas colunas foram relacionadas as áreas ambientais afetadas e os impactos ambientais potenciais, provenientes da interação causa x

efeito. Ao realizar o cruzamento destas linhas e colunas obtêm-se as interações presentes, possibilitando identificar as que são significativas e passíveis de atenção especial. Cepemar (2004) afirma que para a valorização dos impactos ambientais deve-se utilizar de critérios bem definidos para representar e categorizar os mesmos. Na matriz em questão foram utilizados os seguintes critérios:

- Intensidade / Magnitude: Levou-se em consideração a força com que o impacto se manifesta, seguindo uma escala nominal de forte, médio e fraco. Considerou-se, numa escala de 1 a 10, a seguinte valoração:
 - 1 a 3 = intensidade fraca
 - 4 a 7 = intensidade média
 - 8 a 10 = intensidade forte

- Categoria: Considerou-se o resultado final da quantificação do impacto ambiental analisado, seguindo a seguinte valoração:
 - cor vermelha: negativo (-) ou adverso
 - cor verde: positivo (+) ou benéfico
 - cor amarela: neutro

3.4.2 Componentes biológicos

Nos componentes relacionados ao solo, buscou-se identificar as alterações na qualidade do mesmo. Nota-se que desde o início das operações para a implantação do aterro sanitário há uma possibilidade de surgirem efeitos como erosão, empobrecimento do solo, contaminação gerada por produtos tóxicos e perdas de cobertura vegetal. Foram observados ainda fatores relacionados a alterações morfológicas e ao esgotamento de recursos naturais não renováveis. Durante o processo de operação um dos pontos críticos levantados está relacionando à contaminação do solo por lixiviados e resinas plásticas. Desta forma, os impactos gerados foram classificados como de grande magnitude, visto os efeitos negativos provocados no ambiente.

Corroborando com as ponderações feitas, Viana (2010) afirma que a degradação e as mudanças nas características do solo, são provenientes do uso incorreto e inadequado do mesmo, que se dá através da exploração desordenada ou por contaminações variadas. Nesta

situação, são observadas mudanças quantitativas e qualitativas na fauna e flora. Alterações superficiais e desaparecimento da parte orgânica também são verificados com o passar do tempo. Os impactos destas mudanças são percebidos ainda na parte hídrica, visto que esta tem sua capacidade reduzida o que conseqüentemente afeta a fertilidade do solo, provocando mudanças no meio, e o conseqüente surgimento de desertos, inviabilizando desta forma o cultivo da terra.

Quanto aos recursos hídricos foram observadas as alterações qualitativas e quantitativas dos mesmos, levantando-se ainda possíveis alterações nos lençóis freáticos e nas águas superficiais existentes próximo ao empreendimento. Estas alterações poderiam ser advindas de assoreamento do local, contaminação provocada por lixiviados, de modificações na drenagem devido à pavimentação e impermeabilização do solo e pelo lançamento de resíduos produzidos na atividade do empreendimento. Os aspectos observados foram classificados como de grande magnitude, uma vez que o aterro se encontra próximo do leito do Rio das Velhas, o que poderia provocar assoreamento e a contaminação do mesmo.

No caso dos componentes relacionados à atmosfera as alterações foram classificadas como baixas durante a fase de implementação, visto a duração do evento. E referem-se à poluição tendo como fonte principal a queima de combustíveis fósseis durante a movimentação das máquinas e veículos nas etapas de implantação e operação do empreendimento.

No entanto este ponto torna-se crítico na fase de operação do aterro, uma vez que à poluição do ar em decorrência da geração de gás metano (CH₄) durante o processo de decomposição anaeróbia é elevada nesta fase. Este gás, se não tratado, contribui diretamente para o efeito estufa, desta forma este impacto foi classificado como de grande magnitude. Deve-se ressaltar também os incômodos ocasionados à população vizinha ao empreendimento no que diz respeito à emissão de odores. Com respeito à fauna e a flora é importante considerar a deterioração e a extinção de exemplares animais e vegetais que possa ocorrer em virtude da implantação e operação do empreendimento. A perda da diversidade da fauna pode ser provocada por perturbações geradas pela instalação do empreendimento, pela eliminação do habitat natural, por alterações ligadas à reprodução e escassez de alimentos ou por atropelamento dos animais. Esta alteração poderá causar ainda a quebra da cadeia alimentar, afetando outras espécies e contribuindo para a proliferação de vetores e doenças.

Para a flora deve-se identificar principalmente a perda de cobertura vegetal e conseqüentemente a degradação provocada no processo de abertura e preparação das células para receber os resíduos sólidos. Em ambos os casos os impactos foram classificados como de grande magnitude, para esta classificação utilizou-se como parâmetro as características do local.

3.4.3 Componentes do meio antrópico

No caso dos componentes relacionados aos fatores antrópicos, buscou-se identificar as alterações provocadas por fatores ligados ao nível de vida e a infra-estrutura urbano social no cotidiano da população vizinha do empreendimento. Compartilhando deste mesmo ponto de vista Viana (2010) chega à conclusão de que os elementos antrópicos são considerados perigosos quando a sua ocorrência não é planejada.

Foram levantadas questões relacionadas a possíveis melhorias na qualificação dos trabalhadores e fornecedores locais, geração de empregos, aceleração da expansão urbana através da atração de pessoas. Estes fatores foram avaliados como positivos e de média magnitude, uma vez que a instalação do aterro sanitário poderá contribuir com estes aspectos. Contemplou-se ainda a pressão gerada sobre os serviços sociais no que diz respeito às políticas de segurança pública e serviços de utilidade tais como: rede de esgoto, água, luz, telefone, coleta de resíduos sólidos, dentre outros. Neste caso os impactos foram negativos e classificados como de média magnitude, uma vez que esta pressão recairá sobre o município, e pode este não estar preparado para responder à nova demanda.

Com relação às alterações no sistema de circulação viária local, é importante verificar o aumento no número de caminhões transitando no local, uma vez que este aumento será significativo, o que demandará investimento para não prejudicar a população local. Este aspecto foi avaliado como negativo e de grande magnitude principalmente na fase de operação do aterro, devido a grande quantidade de caminhões utilizados no transporte das quase 5 mil t/dia de resíduos para o aterro.

Deve-se considerar ainda as alterações na paisagem natural, uma vez que o empreendimento pode gerar prejuízos de ordem estética, contribuindo ainda para possíveis mudanças urbanísticas na vizinhança. Devido às características do terreno, este fator ambiental foi classificado como de baixa magnitude.

Já os componentes ligados a economia apresentam alterações no que se refere ao aumento da especulação imobiliária, o que pode gerar valorização ou desvalorização dos imóveis vizinhos ao empreendimento, este fator foi considerado como negativo e de média magnitude, uma vez que à proximidade de um aterro sanitário junto a uma área urbana é vista como um ponto desfavorável e que irá provocar uma desvalorização dos imóveis em seu entorno. No tocante dinamização econômica pode-se dizer que esta implica nas mudanças ocasionadas pelo empreendimento em virtude da atração de fornecedores e novos empreendimentos, criação de vagas de emprego, pagamentos de impostos, etc, movimentando desta forma a economia local e gerando consequentemente uma mudança no perfil econômico da região. Desta forma, estes fatores foram analisados como positivos e de média magnitude, uma vez que o empreendimento pode contribuir com o desenvolvimento local. É importante analisar também os impactos relacionados à interferência nas atividades turísticas. Caso esta exista no local ela poderá ser afetada diretamente pelo empreendimento e causar perdas econômicas para a região.

3.4.4 Significância e Impactos Ambientais

Com intuito de facilitar a realização de um mapeamento detalhado, utilizou-se do agrupamento dos impactos ambientais em duas categorias: condições biológicas e meio antrópico. Desta forma, considerando todas as etapas do empreendimento foi possível levantar o máximo possível os pontos de impactos ambientais. Na primeira categoria (condições biológicas) foram incluídos neste grupo os fatores ambientais ligados à geologia e solos, recursos hídricos, atmosfera, fauna e flora. Na segunda categoria (meio antropológico) foram considerados os fatores relacionados ao nível de vida e à infra-estrutura urbano social e a economia.

3.4.5 Aspectos ambientais relacionados aos aterros sanitários

Através da utilização da matriz de Leopold foi possível identificar os elementos que geram impactos ambientais dentro de um aterro sanitário e que, se não controlados, são passíveis de provocar danos ambientais nos meios físicos, antropológicos e bióticos. Nesta análise é importante considerar características do aterro sanitário, tais como: tamanho, tipo de resíduos dispostos, condições climáticas dentre

outras. Desta forma, para obter-se uma avaliação dos aspectos ambientais é necessária uma análise focada em cada aspecto ambiental observado.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Gestão dos resíduos sólidos em Belo Horizonte

De acordo com Silva (2008) a SLU responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte foi instituída no início da década de 1970, desde então esta vem produzindo e controlando dados referentes à geração, composição, distribuição geográfica e gestão dos resíduos sólidos urbanos da capital mineira. Os relatórios gerados pela instituição, conforme anexos A, B, C e D, fornecem informações relativas à produção destes resíduos, bem como da mensuração da quantidade produzida, detalhes da operação do sistema de coleta domiciliar e destinação dos resíduos sólidos para o município e o gerenciamento das pessoas envolvidas neste processo.

A coleta de resíduos sólidos urbanos é feita nestas regiões utilizando-se caminhões próprios para a atividade, vale ressaltar que a distribuição por regionais proporciona uma melhor gestão dos serviços prestados, uma vez que cada regional define a forma como a logística será utilizada para o recolhimento dos resíduos, desta maneira estipula-se a melhor forma de se percorrer o trajeto definido para os caminhões. Após completar a capacidade do caminhão o mesmo se dirige para a Estação de Transbordo localizada na BR040, onde funcionava o antigo Aterro Sanitário. No local o resíduo sólido e consolidado em caminhões maiores é transportado para o Centro de Tratamento Macaúbas, onde é depositado.

4.1.1 Composição gravimétrica dos resíduos sólidos em Belo Horizonte

Através da pesquisa que é realizada pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU) a cada dez anos a qual é denominada de Caracterização dos Resíduos Sólidos de Belo Horizonte, foi possível obter informações relativas à composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Belo Horizonte. A pesquisa realizada entre os anos de 2002 e 2003 teve como principal objetivo a atualização do padrão e volume tidos como parâmetros para o gerenciamento e execução das atividades voltadas ao serviço de coleta e destinação de resíduos sólidos urbanos. Ainda de acordo com a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2004, p.5) o objetivo da pesquisa foi verificar a representação dos resíduos sólidos produzidos

nos domicílios e no comércio de Belo Horizonte “[...] através do estudo de sua composição gravimétrica e das características físicas, físico-químicas e microbiológicas da fração orgânica”.

O quadro 11 representa a composição gravimétrica dos plásticos nos resíduos sólidos domiciliares do Município de Belo Horizonte.

COMPONENTES	%
Plástico Filme	2,35
Plástico Rígido	2,46
Pet	1,14
Plástico Filme (sujo)	4,93
TOTAL	10,88

Quadro 11: Composição gravimétrica dos plásticos nos resíduos sólidos de Belo Horizonte.

Fonte: Adaptado da SLU, 2010.

A composição destes resíduos representa um reflexo do padrão de vida da sociedade, neste caso percebe-se que a mudança nos padrões de vida da população da capital mineira trouxe consigo vários aspectos no que diz respeito à composição dos resíduos sólidos. A utilização de embalagens plásticas descartáveis, a obsolescência de equipamentos eletroeletrônicos, o uso do isopor, de papeis dentre outros, aliados ao consumo descontrolado, modificaram de forma direta a composição dos resíduos sólidos urbanos. Os impactos provocados pelos resíduos sólidos, principalmente pelo descarte das sacolas plásticas é uma situação que não pode passar despercebida pela população o que reforça as observações feitas por, Gonçalves-Dias (2006), Villela (2010).

Torres *et al.* (2006, p.4) reforça as questões envolvendo o pré-consumo, na visão dos autores as ações envolvendo a educação ambiental é importante para que a população entenda os méritos relacionados a redução da produção de resíduos sólidos, bem como o seu correto acondicionamento em sacos oxi-biodegradáveis, equilibrando desta forma as interações entre o meio ambiente, sociedade, legislação e atividades industriais. Para o autor a introdução do sistema de resíduos “[...] é um dos resultados esperados, a qual poderá ocorrer com a aprovação das leis ordenatórias e concessivas de

incentivo e subsídios a todos os que laborarem nas fases de pré e pós-consumo do lixo²” corroborando com a visão de Motta e Sayago (1998) e Filho e Sobreira (2007) que trabalham a questão do incentivo fiscal por parte dos governos.

Na pesquisa de avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Belo Horizonte o destaque é o percentual de materiais plásticos 10,88% do volume coletado, sendo que cerca de 7% são correspondentes às sacolas e sacos plásticos. Vale ressaltar que o percentual gravimétrico do plástico em Belo Horizonte encontra-se bem próximo dos valores observados em alguns municípios, conforme pode-se verificar no gráfico 03.

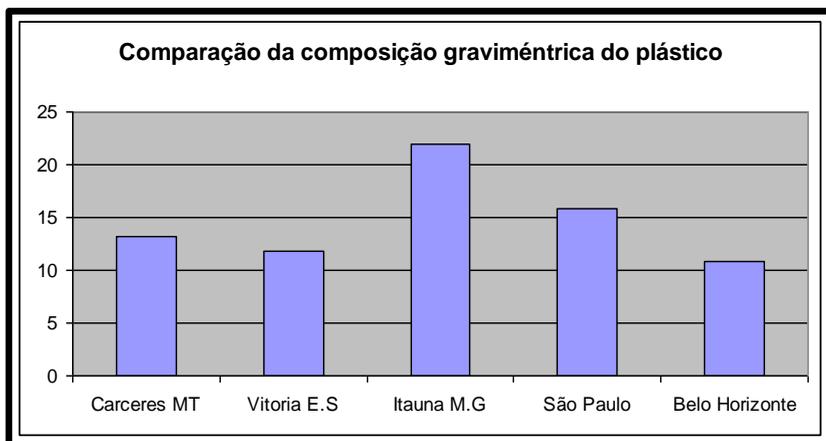


Gráfico 03: Comparação da composição gravimétrica do plástico
Fonte: Adaptado de SEMASA, 2008.

Com relação à geração de plásticos, Valentina, Hinz e Franco (2006) afirmam que é necessário desenvolver ações técnicas para equilibrar a relação entre os processos e produtos que utilizam como matéria-prima polímeros. Estas relações devem ser permeadas pelo desenvolvimento tecnológico, proporcionando desta maneira a utilização do plástico para diversos fins, sem que haja problemas de ordem técnica e econômica para a reciclagem dos mesmos. These e Tauchen (2010) chamam a atenção para o uso dos plásticos, uma vez que estes são os materiais que possuem os menores índices de

²Neste trecho o autor classifica de forma indevida os resíduos sólidos como lixo.

reciclagem no mundo, pois o material coletado para a reciclagem apresenta na maioria das vezes alto índice de contaminação.

Nos estudos apresentados por Sobreira (2007), são observados a variação no valor pago aos materiais destinados para a reciclagem e os fatores relacionados à má qualidade dos mesmos, o que desperta um questionamento quanto as vantagens econômicas e operacionais envolvendo o processo de reciclagem, este questionamento acaba embasando a baixa quantidade verificada dos resíduos plásticos. O quadro 12 faz uma comparação da composição dos resíduos sólidos com base no coeficiente peso.

Tipos de materiais presentes nos resíduos sólidos urbanos Brasil	Brasil % em peso	Belo Horizonte % em Peso
Borracha	0,3	0,4
Couro	0,1	0,2
Madeira	0,1	0,6
Matéria orgânica	52,5	64,4
Metais ferrosos	1,4	2,5
Metais não ferrosos	0,9	0,2
Papel e papelão	24,5	13,5
Plásticos	2,9	6,5
Trapos	0,2	1,5
Vidros	1,6	2,2
Outros	15,5	8,0
TOTAL	100	100

Quadro 12: Composição média dos resíduos sólidos Brasil X BH.

Fonte: Adaptado de CINTRA e NETO citados por FREIRE, 2009.

Nota-se que em relação aos seguintes materiais: borracha, couro, madeira, matéria orgânica, plásticos, trapos, vidros o percentual gerado por Belo Horizonte se encontra bem acima da média do país. O destaque neste caso fica por conta dos resíduos: madeira, matéria orgânica, plásticos e trapos que apresentam respectivamente um percentual de 500%, 226%, 124% e 650% superior à média brasileira. Observou-se ainda que apenas três tipos de resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte apresentam percentuais abaixo do índice médio medido no país, são eles: metais ferrosos, papel/papelão e outros que apresentam percentuais de -350%, -94% e -81,48%. No entanto é importante ressaltar que este comparativo pode apresentar uma distorção, uma vez que em várias regiões do país é fácil constatar o descarte irregular de

resíduos sólidos, resíduos estes que não aparecem nas estatísticas oficiais.

4.2 Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Macaúbas

Um fator negativo observado antes mesmo de se chegar ao aterro refere-se ao fato de a empresa Vital Engenharia, não ter adotado nenhuma medida que visasse reduzir o fluxo de caminhões pesados na região. Observou-se o grande tráfego de caminhões na MG-5, estrada que dá acesso ao aterro. Estes caminhões que trafegam por ali diariamente, com destino ao aterro Macaúbas, podem trazer transtornos às pessoas da região.

Na figura 23 tem-se uma visão da entrada do aterro sanitário Macaúbas.



Figura 23: Entrada do aterro sanitário Macaúbas.

Fonte: DADOS DA PESQUISA, 2012.

Outro fator observado foi à proximidade do aterro Macaúbas com o Rio das Velhas, fato que, embora não tenha sido comprovado por nenhum estudo realizado anteriormente na região, representa um risco de contaminação do Rio por lixiviados provenientes do aterro, visto que o mesmo se encontra acima do leito do rio, aproximadamente 300 metros de distância. A figura 24 demonstra a localização do aterro em relação ao Rio das Velhas.



Figura 24: Distância entre o aterro sanitário Macaúbas e o leito do Rio das Velhas.

Fonte: Adaptado de GOOGLE MAPS, 2011.

Outro ponto observado está relacionado ao não cumprimento das exigências da Resolução nº4/1995 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que proíbe atividades que atraiam pássaros em perímetros com raios de 13 e de 20 quilômetros em torno de aeroportos, com base nesta resolução, o funcionamento do aterro contraria a norma visto que o mesmo está situado a menos de 10 quilômetros do aeroporto da Pampulha. Na figura 25 é possível ter uma visão da localização do aterro em relação ao aeroporto da Pampulha.

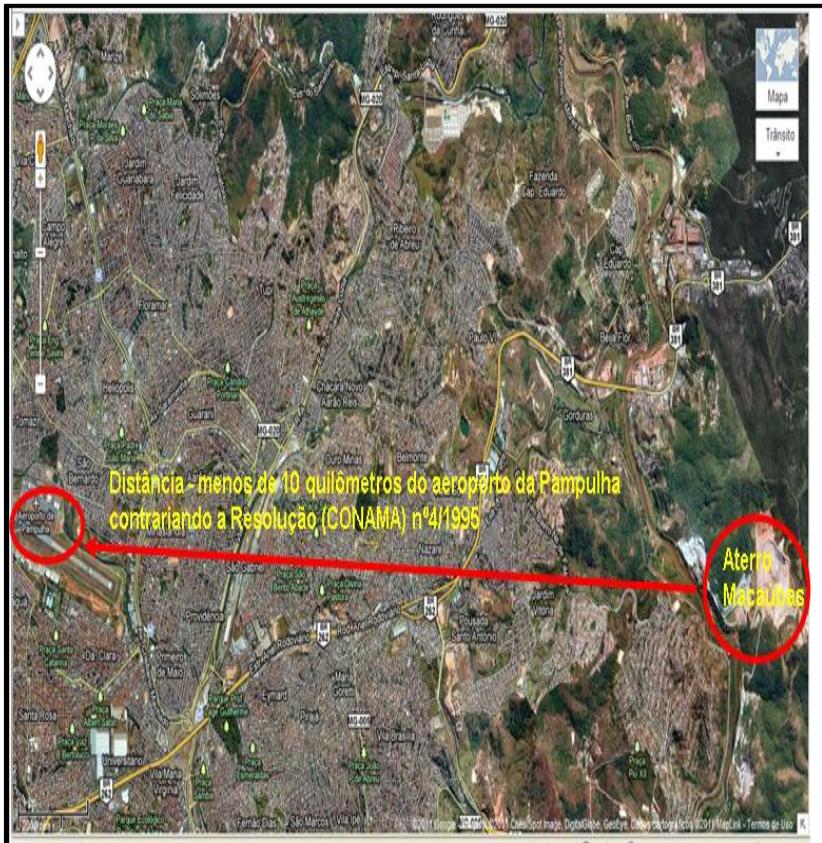


Figura 25: Distância entre o aterro sanitário Macaúbas e o aeroporto da Pampulha.

Fonte: Adaptado de GOOGLE MAPS, 2011.

Deve-se ressaltar que a existência de um aterro sanitário a um raio inferior ao determinado pela Resolução nº4/1995 pode representar um sério risco para as aeronaves que sobrevoam o local, uma vez que as mesmas poderão colidir-se com aves que frequentam a área.

4.3 Viabilidade ambiental da substituição das sacolas plásticas

Alguns países estão utilizando-se de estudos para validar a viabilidade do uso de materiais degradáveis na substituição do plástico convencional. Este é o caso do relatório publicado pelo Conselho

Integrado de Gerenciamento do Lixo da Califórnia (2007) que afirma entre outras coisas que é cada vez mais comum encontrar no mercado uma série de plásticos e embalagens que segundo os seus produtores possuem a propriedade de se decomporem no meio ambiente através do processo de compostagem, o crescimento considerável deste tipo de embalagem vem levantando, no entanto uma série de dúvidas quanto a sua eficiência. Ainda de acordo com este relatório para garantir a degradação e a não poluição ocasionada por embalagens que utilizam este plástico, foi estabelecido nos Estados Unidos a norma ASTM D6400 que define padrões para a avaliação e classificação destes plásticos. Para receber a certificação os plásticos compostáveis devem decompor-se através de processo aeróbico em um período máximo de 180 dias. Dentro deste contexto These e Tauchen (2010) consideram como polímeros degradáveis todos os materiais cuja degradação é provocada por microrganismos existentes no ambiente, tais como fungos, bactérias e algas. Este processo transforma os polímeros em CO₂, CH₄, componentes celulares e outros produtos.

Pesquisas realizadas por These e Tauchen (2010) apontam o plástico oxi-biodegradáveis como uma alternativa viável para reduzir os impactos ambientais provocados pelo uso de plásticos provenientes de polietileno. Os autores descrevem ainda o processo de fabricação deste tipo de plástico que é composto por aditivos oriundos de metais classificados como de transição, os principais são o ferro, níquel, cobalto e manganês. A adição destes produtos durante a produção dos polímeros proporciona a oxidação do plástico quando este é submetido à luz solar aumentando a sua degradação pelos microorganismos.

Na comparação da eficiência das opções de possíveis substitutos para as sacolas plásticas convencionais Bosio (2011), utiliza-se da avaliação feita pela empresa EcoSigma que analisou as sacolas produzidas com plástico: oxibiodegradável, plástico hidrobiodegradável e caixas de papelão. Com este estudo a EcoSigma conclui que dentre as três opções analisadas a mais viável, tanto ecologicamente como economicamente, é a sacola oxibiodegradável. A viabilidade ecológica se deve ao fato de que a mesma é composta 100% de produtos plásticos derivados do petróleo enquanto a hidrobiodegradável possui 40% de amido na sua composição, o que inviabiliza sua reciclagem, já a viabilidade econômica se justifica pelo fato de as sacolas produzidas com tecnologia oxibiodegradável custarem apenas 5% a mais do que as sacolas convencionais contra 20% das sacolas produzidas com tecnologia hidrobiodegradáveis.

Contraopondo a corrente de autores que defendem a reciclagem, o Conselho Integrado de Gerenciamento do Lixo da Califórnia (2007), defende o uso do plástico compostável e afirma que os subprodutos gerados pelo processo de biodegradação destes plásticos “possuem efeito ambiental mínimo. Os subprodutos dos plásticos compostáveis são água, CO₂, e uma biomassa similar à biomassa de plantas. O resíduo de biomassa fornece emendas de carbono e nitrogênio, conforme é absorvido pelo solo”, no entanto o relatório faz menção a um fator negativo relacionado aos plásticos degradáveis. Foi comprovado que este tipo de material afeta a qualidade dos plásticos reciclados quando misturados a outros tipos de resina. Os plásticos classificados como degradáveis, biodegradáveis e oxidegradáveis contaminam os outros tipos de plásticos alterando suas propriedades físicas e mecânicas.

No que diz respeito à utilização de embalagens retornáveis, a visão de Santos, Agnelli e Manrich (2004), Cardoso *et al.* (2009) e Blauth (2002) é de que em casos específicos esta prática é viável, no entanto deve-se observar a característica não inerte de determinados materiais plásticos que pode impossibilitar a utilização de recipientes retornáveis, visto que os mesmos possuem ciclos de vida finitos. Outro fato observado é o uso indevido destas embalagens por parte dos consumidores, tornando-se necessário adotar tecnologias com custos elevados para fazer a higienização destas mesmas.

No que diz respeito à substituição das sacolas plásticas convencionais por caixa de papelão, o estudo da EcoSigma demonstrou que esta é inviável por diversas razões, dentre elas pode-se destacar o fato de o uso de caixas de papelão atrapalhar o processo de reciclagem das mesmas e levar a um crescente aumento de volume destas nos aterros sanitário uma vez que nem todo município possui programas de reciclagem implantados, o que as torna ecologicamente inviáveis. Este mesmo estudo revela que além da inviabilidade ecológica pode-se perceber também a inviabilidade econômica. Esta afirmação é reforçada por Bosio (2011) em seus estudos ao afirmar que o custo de recuperação e transporte das caixas de papelão enviadas para os aterros é muito superior ao gasto nas recuperação de sacolas plásticas.

O estudo realizado pela EcoSigma revelou ainda que análises microbiológicas revelaram que as caixas de papelão contém fungos e bactérias nocivos à saúde, o que pode causar a contaminação de alimentos que, por ventura, venham a ser acondicionados nessas embalagens anteriormente utilizadas para embalar produtos químicos, produtos de limpeza, etc.

Nesta mesma linha de raciocínio a Fundação Espaço Eco realizou um estudo onde analisa a ecoeficiência de oito tipos de sacolas utilizadas no dia-a-dia das pessoas para o transporte de suas compras. Os oito tipos de sacolas analisados pela Fundação foram os seguintes: sacola plástica tradicional, sacola feita de plástico verde (a partir de cana-de-açúcar), sacola oxidegradável, sacola de papel, sacola de TNT e as sacolas retornáveis de plástico, de tecido e de rafia.

Deve-se ressaltar, no entanto que alguns modelos de sacolas analisadas não são encontrados com facilidade no comércio de Belo Horizonte, o que torna o seu uso restrito. A figura 26 apresenta os modelos de sacolas analisadas pelo estudo da Fundação Espaço Eco.



Figura 26: Tipos de sacolas analisadas pela Fundação EspaçoEco.
Fonte: ÉPOCA NEGÓCIOS, 2011.

O estudo realizado pela Fundação Espaço Eco levou em consideração hábitos como a frequência com que as pessoas demandam do uso de sacolas plásticas e o número de descartes de resíduo feito pelas mesmas mensalmente, com isso, a análise revelou que em muitos casos a substituição das sacolas tradicionais por outro tipo de sacola não é o procedimento mais viável tanto economicamente quanto ecologicamente. Este estudo mostrou que as sacolas convencionais, verdes e oxidegradáveis são as mais recomendadas para as pessoas que fazem poucas compras mensais uma vez que elas acumularão menos sacolas e ainda poderão aproveitar as sacolas acumuladas para o descarte de resíduo doméstico, já as sacolas retornáveis são mais indicadas para as pessoas que fazem compras várias vezes ao mês visto que as frequentes idas às compras não quer dizer, necessariamente, que estas pessoas estão comprando mais produtos, porém, este hábito revela um acúmulo maior das sacolas convencionais, logo, a opção pelo uso das sacolas retornáveis é mais viável para este caso. A figura 27 ilustra o resultado da pesquisa realizada pela Fundação Espaço Eco.

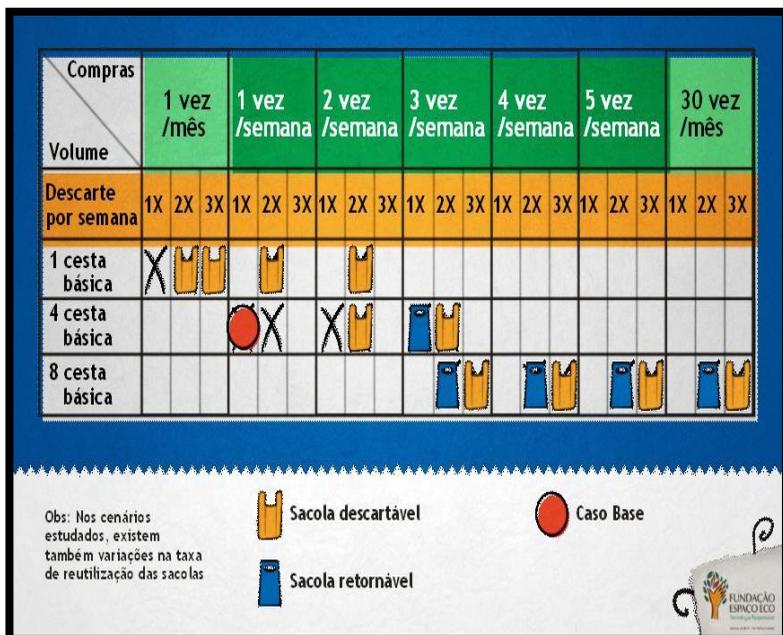


Figura 27: Análise da viabilidade do uso das sacolas descartáveis x sacolas retornáveis.

Fonte: ÉPOCA NEGÓCIOS, 2011.

Com base nos resultados apresentados pelo estudo da Fundação Espaço Eco pode-se dizer que a viabilidade no uso das sacolas plásticas está diretamente condicionada à variante frequência com que o consumidor utiliza estas embalagens. Na visão de Gonçalves-Dias e Teodósio (2006, p. 436) os plásticos devem possuir características inertes, uma vez que a sua degradação por elementos ambientais como a luz, umidade, calor e microrganismos é quase nula e “quando degradados, podem originar substâncias não inócuas, de prolongada persistência e restrito controle ambiental”. Oliveira (2006) contradiz os autores anteriores ao afirmar que a utilização de embalagens plásticas é uma opção mais vantajosa se comparado a embalagens feitas de vidro ou de metal. A justificativa utilizada pela autora é embasada em ganhos tais como: redução no custo de manufatura e transporte, redução de avarias dos produtos, menor consumo de energia na produção entre outras.

Desta forma, estas observações devem ser levadas em consideração quando da aplicação de medidas mediadoras dos impactos ambientais gerados pelas mesmas.

4.4 Categorização dos resultados obtidos na Matriz de Leopold na fase de implantação

Na primeira planilha foram categorizados os fatores ambientais gerados na fase da implantação do aterro sanitário e na segunda foram analisados os fatores ambientais gerados na fase de operação. O anexo F apresenta os resultados das análises realizadas.

No processo de implantação, foi observada uma forte incidência de impactos ambientais negativos, dos quinze fatores ambientais analisados, sete são classificados como de forte magnitude, cinco impactos foram classificados como de média magnitude, o que não significa que possam ser desprezados, enquanto os outros três são considerados como de baixa magnitude.

É importante destacar que conforme mencionado anteriormente os resultados obtidos através da aplicação da Matriz de Leopold são quantitativos e não são isentos de subjetividade, em virtude dos pontos negativos existentes na concepção da metodologia e no uso de dados secundários.

O gráfico 04 apresenta a categorização dos resultados obtidos na Matriz de Leopold – fase de implantação do aterro sanitário. Nota-se que dos impactos analisados 10 são positivos, 172 são considerados

como negativos e 208 foram classificados como impactos neutros. O que chama a atenção nos resultados é que os impactos negativos do empreendimento são muito superiores aos positivos, colocando em dúvida a viabilidade da construção.

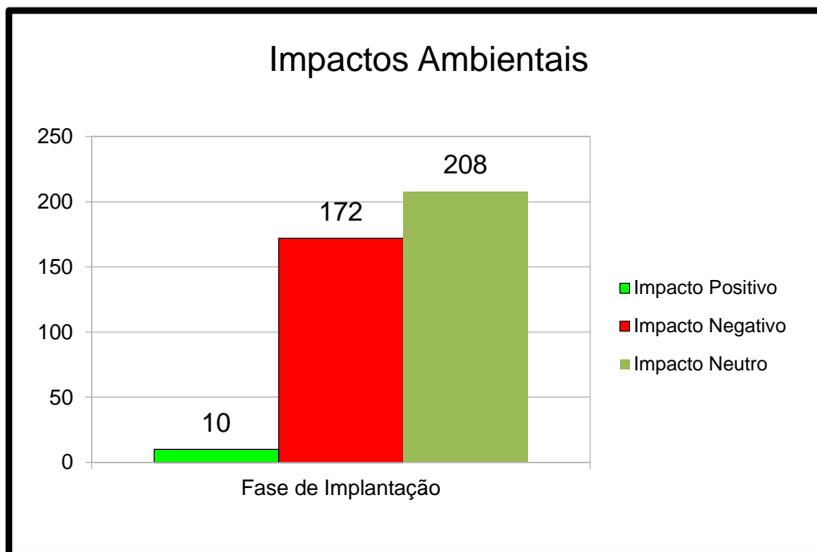


Gráfico 04: Impactos Ambientais positivos e negativos – implantação.
Fonte: DADOS DA PESQUISA, 2012.

No geral os aspectos identificados e a devida classificação dos mesmos como impactos ambientais, apontam para os fatores ambientais relativos à modificação do habitat, alterações na cobertura dos solos e alteração do balanço hidrológico. Isto exige da empresa responsável pelo empreendimento a adoção de ações voltadas a eliminar ou reduzir os danos gerados ao meio ambiente.

4.5 Categorização dos resultados obtidos na Matriz de Leopold na fase de operação

Na planilha que abrange a fase de operação do aterro sanitário, foram analisados 19 fatores ambientais. Os resultados obtidos apontam os impactos ambientais, destes, sete são impactos ambientais negativos de forte magnitude e cinco são impactos de média magnitude, enquanto

sete foram considerados de baixa magnitude, conforme pode-se observar no Anexo G. Já o gráfico 05 mostra que dos impactos analisados 24 são positivos, 222 são considerados como negativos e 248 foram classificados como impactos neutros.

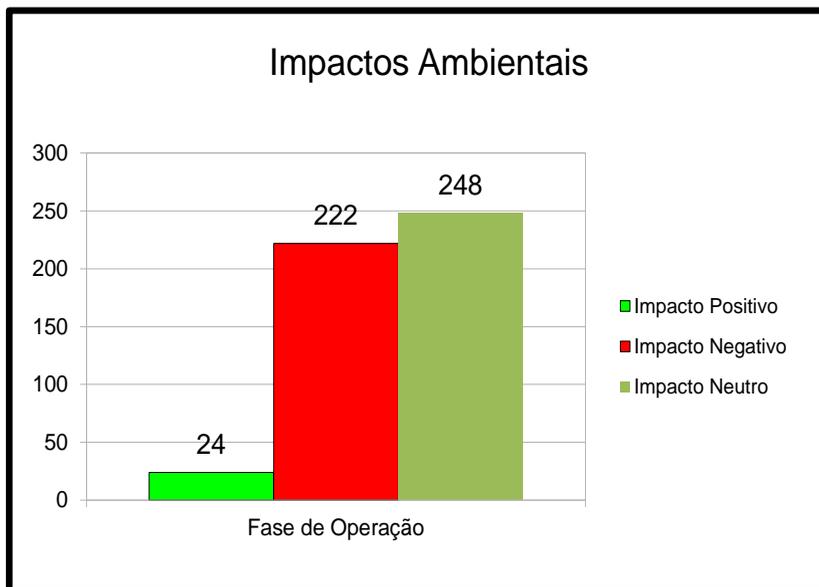


Gráfico 05: Impactos Ambientais positivos e negativos – operação.
Fonte: DADOS DA PESQUISA, 2012.

Nesta etapa os aspectos identificados e a devida classificação dos mesmos como impactos ambientais, apontam para os fatores ambientais relativos à geração de lixiviados, contaminação do solo por resinas plásticas e contaminação de mananciais. Isto exige da empresa responsável pelo empreendimento a adoção de ações voltadas a eliminar ou reduzir os danos gerados ao meio ambiente.

4.6 Gerenciamento de Riscos

O gerenciamento dos riscos deve ser considerado dentro da etapa de avaliação dos aspectos e impactos ambientais, visto a sua contribuição na tomada de ações. Em seu trabalho Viana (2010, p. 31) afirma esta importância ao ponderar que uma das etapas da “análise de riscos envolve a tomada de providências, desde estruturais, procedimentais e

educacionais, que visem a redução das frequências e consequências de eventuais acidentes, baseadas nas considerações feitas pelas etapas anteriores, em especial na Avaliação dos Riscos”. Desta forma é importante a adoção de um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), pois através do mesmo é possível direcionar a gestão das atividades de maneira que os processos e equipamentos mapeados atendam aos requisitos definidos nas ações de controle de riscos dos cenários acidentais estabelecidos.

A CETESB (2003) citada por Viana (2010) propõe a implantação das seguintes atividades nos empreendimentos: informações de segurança de processos, revisão dos riscos de processos, gerenciamento de modificações, manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos, procedimentos operacionais, capacitação de recursos humanos, investigação de acidentes, auditorias e plano de Ação de Emergências (PAE). Nota-se que a implantação destas ações pode contribuir de forma direta para o controle e gerenciamento do risco.

No caso específico dos aterros sanitários é fundamental a adoção de ações voltadas para o gerenciamento do risco. Basta uma análise mais aprofundada das atividades envolvendo a disposição e tratamento dos resíduos sólidos urbanos para se ter uma noção do potencial e da quantidade de riscos envolvendo esta operação. Desta forma é possível identificar riscos biológicos, físicos, químicos e ambientais, proporcionando o gerenciamento dos mesmos.

4.7 Gerenciamento de Áreas Contaminadas

A contaminação do meio ambiente é algo observado desde os primórdios da humanidade. A contaminação pode estar ligada a fatores naturais ou antrópicos. As de correlação antrópicas podem estar relacionadas a fatores ligados a contaminação provocada pela disposição irregular de resíduos ou substâncias nocivas, podem ainda ser fruto de falhas nos processos de fabricação, armazenamento ou transportes de produtos químicos, no entanto foi dado foco nas contaminações originadas em virtude da disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários.

É importante destacar que a ocorrência da contaminação de uma área, pode mostrar a fragilidade no gerenciamento do risco, uma vez que entende-se que a contaminação poderia ser evitada se o mesmo fosse eficiente. Deve-se destacar ainda os elevados custos provocados por estas falhas. Negra *et al*, (2003) compartilha do mesmo ponto de vista

ao afirmar que os custos ambientais são gerados por falhas no gerenciamento ambiental. Com relação aos custos os autores apontam algumas categorias, tais como: custos de prevenção, custos de detecção e custos de falhas interno-externas.

Nas áreas onde, existem aterros sanitários são encontradas, segundo Viana (2010, p.32), substâncias potencialmente nocivas ao meio ambiente, este potencial pode variar em virtude das características químicas presentes, do montante de resíduo depositado, de fatores climáticos entre outros. Os problemas relacionados à contaminação de áreas utilizadas como aterros sanitários podem provocar reflexos negativos ao contaminar o solo, nos recursos hídricos e na atmosfera. Ainda de acordo com o autor o gerenciamento de terrenos contaminados “é uma atividade que busca a diminuição dos riscos que os receptores como a população, seus bens e o ambiente estão sujeitos, causados pela presença de perigos que contaminam os meios”.

Desta forma, fica evidente a importância da implementação de ações para prevenção dos impactos ambientais, evitando assim a contaminação do ambiente e os custos provenientes para a recuperação destas áreas. No entanto, os estudos apresentados pela Escola Superior do Ministério Público da União (2004), apontam várias falhas no processo de implantação de medidas mitigadoras e nos programas de monitoramento, uma vez que tem-se observado uma preocupação em reduzir os custos com estes processos.

De acordo com as ponderações feitas pelos autores citados anteriormente, pode-se afirmar que o correto gerenciamento de qualquer empreendimento deve levar em consideração as ações de monitoramento e mitigação dos aspectos ambientais envolvidos nos processos. No caso específico dos aterros sanitários é fundamental o monitoramento e a adoção de projetos voltados à eliminação ou controle dos riscos de forma a evitar a incidência de fatores contaminantes, tais como: lixiviados, vetores, gás metano dentre outros.

4.8 Análise do inventário das sacolas plásticas.

O desenvolvimento da planilha de aspectos e impactos ambientais proporcionou a identificação de determinados aspectos e impactos ambientais, tornando-se possível a classificação dos mesmos quanto a sua abrangência, severidade, probabilidade, incidência, escala, detecção e significância. No anexo H é apresentado o mapeamento dos processos

relacionados ao ciclo de vida das sacolas plásticas, bem como os impactos ambientais referentes a cada etapa do ciclo de vida.

Os resultados obtidos apontam quatro processos classificados como de impactos importantes, conforme relação abaixo:

- O primeiro processo está relacionado à extrusão do filme, que apresenta como aspecto ambiental a poluição atmosférica que ocorre através da emissão de vapores, nevoas e particulados dispersos no ar. Quando não controlados estes aspectos se tornam impactos ambientais e provocam a contaminação do ar por produtos tóxicos. Este impacto deve ser controlado conforme determinação da resolução CONAMA 382/06.
- O segundo processo diz respeito à fabricação das sacolas plásticas, nesta atividade é verificado que o aspecto ambiental diz respeito à geração de resíduos sólidos provenientes das etapas de fabricação. Quanto ao impacto ambiental, o mesmo está relacionado à contaminação do solo pelo descarte destes resíduos. Para estes impactos ambientais foram verificadas várias legislações, são elas: PNRS 12.305/10, DN COPAM 07/81 e Lei Municipal 9.259/08.
- O terceiro processo é o de inserção dos materiais segregados na coleta seletiva novamente no processo produtivo. Os aspectos observados neste caso estão relacionados às emissões atmosféricas que ocorrem através da emissão de vapores, nevoas e particulados dispersos no ar e ao descarte de efluentes líquidos oriundos do processo produtivos. Neste caso os impactos ambientais advindos da recuperação de determinados tipos de resíduos podem ser elevados, estando estes relacionados à contaminação do solo e alteração na qualidade do ar. As legislações pertinentes neste processo são: PNRS 12.305/10, DN COPAM 07/81 e Lei Municipal 9.259/08.
- O quarto e último processo foi o que apresentou maior significância e diz respeito à disposição dos resíduos sólidos, neste caso, às sacolas plásticas de polietileno nos aterros sanitários. Com relação aos aspectos observados, os principais foram o descarte de resíduos sólidos, emissão de vapores, nevoas e particulados dispersos no ar e descarte de resíduos líquidos. Os impactos ambientais gerados neste processo são elevados, são eles: alteração da qualidade do solo, alterações no processo de decomposição orgânica, alterações no processo de

dissipação do gás produzido no processo de decomposição, contaminação das águas por lixiviados e redução na vida útil do aterro sanitário. As regulamentações observadas neste caso foram: PNRS 12.305/10, DN COPAM 07/8, NBR 10005, CONAMA 357/2005 e DN COPAM 52/01.

Quanto aos outros seis processos analisados, são eles: extração de recursos naturais e uso de matérias primas secundárias, refino do petróleo, fabricação de resinas, coleta regular de resíduos, coleta seletiva de resíduos e segregação de resíduos. Pode-se dizer que apesar de possuírem fator de baixa significância os mesmos não podem ser considerados como insignificantes, uma vez que a adoção de medidas de controle deve ser sempre colocada em prática para controlar os aspectos ambientais e conseqüentemente minimizar os impactos ambientais. Uma medida que pode ser adotada neste caso é o desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental eficiente.

Através da utilização deste método foi possível identificar os aspectos e os impactos ambientais de maior significância relacionados ao processo de fabricação e disposição final das sacolas plásticas de polietileno, bem como das regulamentações referentes aos processos analisados. Desta forma torna-se possível gerar embasamentos científicos de forma a direcionar esforços na busca de tecnologias limpas dentro do processo produtivo.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A resultado obtido a partir deste estudo leva a crer que a proibição do uso de sacolas plásticas provenientes de polietileno foi uma tentativa de minimizar os impactos ambientais ocasionados por este tipo de embalagem, no entanto a Lei nº 9.529/2008 possui falhas na sua concepção uma vez permite a comercialização de outras embalagens utilizadas no comércio e na indústria. Da mesma forma a referida Lei não prevê os impactos ambientais gerados por compostos empregados nas embalagens utilizadas para substituir as sacolas plásticas convencionais. Desta forma pode-se dizer que a proibição das sacolas plásticas de polietileno não é a solução final para os problemas ambientais que envolvem este tipo embalagens, muito pelo contrário, a postura adotada se mostra como uma mera manobra de marketing que pouco efeito ambiental surtiu. Cabe então ao poder público e à sociedade a busca por formas mais eficientes do ponto de vista ecológico para tratar as questões relacionadas às sacolas plásticas e às embalagens plásticas em geral.

Tornar obrigatório o retorno destas embalagens para as indústrias é uma medida que pode ser adotada para tratar este problema. Fato parecido com o que determina a nova Lei 12.305/10 de Resíduos Sólidos que define a aplicação da logística reversa e o retorno de determinados materiais para as indústrias que se tornam responsáveis por recuperar estes resíduos em novos processos de fabricação. Este sistema conhecido como poluidor-pagador, tem como objetivo internalizar os custos dos impactos ambientais gerados pelas indústrias, obrigando-as a desenvolverem novas tecnologias de produção e reciclagem das embalagens e que considerem os aspectos ambientais no ciclo de vida dos seus produtos.

Em conjunto com estas ações é necessário investir em projetos de coleta seletiva, principalmente junto às associações de catadores de resíduos sólidos, abrangendo ainda as indústrias de reciclagem através de isenção de tarifas e impostos dos produtos reciclados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA MINAS. **Edifícios em Belo Horizonte dão exemplo de coleta seletiva**. Disponível em:

<<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/galeria-fotos/meio-ambiente/28819-edificios-em-belo-horizonte-dao-exemplo-de-coleta-seletiva>>. Acesso em: 18 set. 2011.

ALFA5. Disponível em:

<<http://www.alfa5.vilabol.uol.com.br/arquivo08.html>>. Acesso em: 18 set. 2011.

ANDRADE, Rafael Medeiros de. **Globalização e gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

ASTM D 5033-90 - Standard guide for the development of standards relating to the proper use of recycled plastics. **Annual Book of ASTM**, Filadélfia, v. 8.3, 307-309 p.1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **Reciclagem – Transformação**. Disponível em:

<<http://www.abipet.com.br/index.html?method=mostrarConteudo&id=70>>. Acesso em: 18 set. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: utilização de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARBOSA, Valter. **Sacolas plásticas podem ser substituídas por biodegradáveis**. FIEP, 2008. Disponível em:

<http://fiepb.com.br/noticias/2008/05/28/sacolas_plasticas_podem_ser_substituidas>. Acesso em 30 nov. 2011.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Inventário municipal de emissões de gases de efeito estufa**. 2009. Disponível em:

<http://www.pbh.gov.br/smpl/PUB_P015/Relat%C3%B3rio+Final+Gas+Estufa.pdf>. Acesso em: 18 set. 2011.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Plano municipal de saneamento de Belo Horizonte 2008/2011**. 2008. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br/comunicacao/pdfs/politicaurbana/plano_municipal_saneamento/PMS2008_texto.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2011.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Relatório final da caracterização dos resíduos sólidos de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: Superintendência Municipal de Limpeza Urbana, 2004. 21 p.

BIDONE, Francisco Antônio. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. S.l.: Prosab, 2001. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabbidonefinal.pdf>> Acesso em: 18 set. 2011.

BLAUTH, Patrícia. **Rotulagem ambiental e consciência ecológica**. 2002. Disponível em: <http://www2.dm.ufscar.br/~salvador/homepage/pro_ciencias_2002/materialdistribuido/Educacao%20Ambiental%20e%20Meio%20Ambiente/rotulagem_ambiental%20.pdf> Acesso em: 05 jun. 2012.

BOSIO, Aline. Pesquisa aponta alternativa para sacolas plásticas. **Repórter Diário**, 25 abr. 2011. Disponível em: <<http://www.reporterdiario.com.br/Noticia/284557/pesquisa-aponta-alternativa-para-sacolas-plasticas/>>. Acesso em 30 nov. 2011.

BRAGA, Benedito *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Parlamentares propõem destinação correta e reaproveitamento de resíduos**. 11 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.cmbh.mg.gov.br/chapeu/lixo-urbano>>. Acesso em: 18 mai. 2012.

CARDOSO, Rosângela S. et al. Uso de SAD no apoio à decisão na destinação de resíduos plásticos e gestão de materiais. **Pesquisa Operacional**, v.29, n.1, p.67-95, jan./abr. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pope/v29n1/a04v29n1.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2012.

CEMPRE. **Coleta seletiva**. Disponível em:
<http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php>. Acesso em: 30 abr. 2011.

CEMPRE. **Plásticos**. Disponível em:
<http://www.cempre.org.br/ft_plastico.php>. Acesso em: 30 abr. 2011.

CEPEMAR. **Identificação e avaliação dos impactos ambientais**. Disponível em:
<http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/Petroleo/Campo%20de%20Jubarte/EIA/Cap%C3%ADtulo%206%20-%20Impactos.pdf>. Acesso em 25 out. 2011.

CONSELHO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DO LIXO DA CALIFÓRNIA. **Avaliação do Desempenho de Embalagens Plásticas Ambientalmente degradáveis e de utensílios plásticos descartáveis para alimentos: relatório final, 2007**. Disponível em:
<http://www.inp.org.br/pt/downloads/OXI_Estudo_UNIV-CALIFORNIA.pdf> Acesso em: 21 fev. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n. 001/86 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre diretrizes para o levantamento de impactos ambientais em empreendimentos. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 05 fev. 2012.

CRUZ, André Luiz Marcelo da. **A reciclagem dos resíduos sólidos urbanos** : um estudo de caso. 2002. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Disponível em:
<<http://www.fiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/Teses/tese%2013.pdf>>
Acesso em: 25 mai. 2012.

DELL'ISOLA, José Alexandre. Análise de informações sobre saneamento: resíduo sólido no Estado de Minas Gerais. **Revista Resíduos em Referência**, n.2, p.27, jun. 2011.

DIAZ, Michelle Broglia. Proibição do uso de sacolas plásticas na cidade de São Paulo e a experiência em outras localidades do Brasil.

Substituição por sacolas oxibiodegradáveis e biodegradáveis, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 2, p. 152-162, jun. 2011. Disponível em: <<http://revinter.intertox.com.br/phocadownload/Revinter/v4n2/rev-v04-n02-11.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2011.

EHRIG, R.J. *Plastics Recycling- Products and Processes*, New York, N.Y.: Hanser Publishers, 1992.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **Sacolas plásticas podem ser melhor que as retornáveis?** Disponível em:<<http://colunas.epocanegocios.globo.com/empresaverde/2011/08/02/estudo-mostra-que-sacola-plastica-ainda-e-mais-adequada-para-compras-pequenas/>>. Acesso em 30 nov. 2011.

ESCOLA SUPERIOR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO, **Deficiências em estudos de impacto ambiental** :síntese de uma experiência. Brasília, maio de 2004, 38p. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/deficiencia_dos_eias.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2012.

ESTADO DE MINAS. **Aterro não registra queda de sacolas plásticas**. 22 mai. 2011. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2011/05/22/interna_gerais,229121/aterro-nao-registra-queda-de-sacolas-plasticas.shtml>. Acesso em: 18 set. 2011.

ESTADO DE MINAS. **Moradores do Bairro Nova Cintra reclamam de lixo e entulho na porta de casa**. 01 fev. 2012. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2012/02/01/interna_gerais,275595/moradores-do-bairro-nova-cintra-reclamam-de-lixo-e-entulho-na-porta-de-casa.shtml>. Acesso em: 15 jan. 2012.

ESTADO DE MINAS. **Temporal e granizo surpreendem população de Belo Horizonte**. 12 dez. 2011. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2011/12/12/interna_gerais,267006/temporal-e-granizo-surpreendem-populacao-de-belo-horizonte.shtml>. Acesso em: 23 dez. 2011.

FERREIRA, José Vicente Rodrigues. **Análise de ciclo de vida dos produtos**. 2004. Disponível em:

<<http://www.estv.ipv.pt/paginaspessoais/jvf/gest%C3%A3o%20ambiental%20-%20an%C3%A1lise%20de%20ciclo%20de%20vida.pdf>>.

Acesso em: 10 out 2011.

FILHO, José Francisco do Prado; SOBREIRA, Frederico Garcia. **Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS ecológico de Minas Gerais**. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n1/a07v12n1.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2012.

FLORIANÓPOLIS, Prefeitura Municipal. **Conheça o projeto Família Casca**: o objetivo do projeto é o envolvimento comunitário na reciclagem dos resíduos orgânicos. Disponível em:

<<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?pagina=notpagina¬i=4430>> Acesso em: 25 Set. 2011.

FREIRE, Gerson José de Mattos. **Análise de municípios mineiros quanto à situação de seus lixões**. Belo Horizonte. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais. Disponível em:

<<http://www.csr.ufmg.br/modelagem/dissertacoes/gersonfreire.pdf>> Acesso em: 26 mar. 2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (MG). **Orientações técnicas para a operação de usina de triagem e compostagem do resíduo**. Belo Horizonte: FEAM, 2005, 52p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Tabela de síntese de RPC – municípios 2010**. Disponível em: <www.fjp.gov.br/.../625-tabelas-sintese-de-rpc-municipios-20102>. Acesso em 21 dez. 2011.

FUNVERDE. **Projeto sacola oxi-biodegradável**. Disponível em: <<http://www.funverde.org.br/blog/sacolas/projeto-sacolas-ecologicas>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino. Há vida após a morte: um (re)pensar estratégico para o fim da vida das embalagens. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 463-474, set. dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/08.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino, TEODÓSIO, Armindo dos Santos de Souza. Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. **Revista Produção**, v. 16, n. 3, p. 429-441, Set./Dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/prod/v16n3/a06v16n3.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=il>>. Acesso em: 11 out. 2011.

GUIA GEOGRÁFICO. Disponível em: < <http://www.mapas-mg.com/regiao-metropolitana.htm>> Acesso em: 30 Ago. 2012.

GUELBERT, Tanatiana Ferreira *et al.* A embalagem PET e a reciclagem: uma visão econômica sustentável para o planeta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007, Foz do Iguaçu-PR. **A energia que move a produção**: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR680488_9965.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2012.

HOJE EM DIA. **Sujeira e lixo dominam Belo Horizonte**. 22 set. 2011. Disponível em: <<http://www.hojeemdia.com.br/minas/sujeira-e-lixo-dominam-belo-horizonte-1.344715>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

IBAMA. **Tempo de decomposição de alguns materiais na natureza**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/setores-ibama-df/reciclagem>>. Acesso em: 25 set. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Pesquisa nacional de saneamento básico. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.
Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pn_sb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 11 out. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Avaliação de impacto ambiental:** agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília. 1995. 136 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal – demandas e propostas: metodologia de avaliação de impacto ambiental.** Brasília: IBAMA, 2001. Disponível em:
<http://www.ibama.gov.br/edicoes/site/pubLivros/serie_37.pdf>.
Acesso em: 14 out. 2011.

INSTITUTO PVC. **Reciclagem mecânica:** conceitos e técnicas.
Disponível em:
<http://www.institutodopvc.org/reciclagem/interf/pdf/reciclagem_mecanica.pdf>. Acesso em: 25 Set. 2011.

KIPPER, Liane Mählmann. **Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos.** 2005. 241f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

KURTZ, F. C. et al. Avaliação de impactos ambientais na Ilha das Flores, Porto Alegre (RS). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 1, 2002, Aracaju. **Anais...** 17 e 18 out. 2002. Disponível em:
<<http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/poster09.PDF>>.
Acesso em 15 mar. 2011.

LOLLO, J. A.; RÖHM, S. A. Proposta de matriz para levantamento de avaliação de impactos de vizinhança. **HolosEnvironment**, v. 5, n. 2, p. 169-183, 2005.

MARIANO, Jacqueline Barboza. **Proposta de metodologia de avaliação integrada de riscos e impactos ambientais para Estudos de avaliação ambiental estratégica do setor de petróleo e gás natural em áreas *Offshore***. Rio de Janeiro, 2007. 569 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Disponível em:
<<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/dmarianojb.pdf>>. Acesso em 10 jun. 2011.

MARQUEZ, Ludimila Novais. **Diagnóstico preliminar e análise dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Tupaciguara – MG**. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em:
<http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_LudimilaNovaisMarques.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

MILLER; G. Tyler. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 501 p.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa. **Gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2011. 7 p.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa. Meio ambiente. In: **Fórum Democrático para o Desenvolvimento de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2011. 31 p.

MOTTA, Ronaldo Seroa da; SAYAGO, Daiane Ely. **Propostas de instrumentos econômicos ambientais para a redução do lixo urbano e o reaproveitamento de sucatas no Brasil**. Rio de Janeiro, novembro de 1998, p. 53.

MOURA, Heber José Teófilo de; OLIVEIRA Francisco Correia de. **O uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. Disponível em:
<http://galileu.iph.ufrgs.br/mendes/IPH02220/Aula_9/FET-032.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2012.

NEGRA, Carlos Alberto Serra *et al.* Apuração dos lucros ambientais (receitas menos despesas), tomando-se por base dados da coleta seletiva de lixo do município de Belo Horizonte. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS**. Punta Del Leste. 26 a 28 nov. 2003. Disponível em: <http://www.peritoscontabeis.com.br/trabalhos/lucro_amb1_casobh_cic_paraguai.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

NEGREIROS, Iara; ABIKO, Alex. Análise de métodos de avaliação ambiental para loteamentos: O Leed-nd e o EIA. In: **ENCONTRO NACIONAL, 4 E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2**. São Paulo, Elcs, 2007. Disponível em: <<http://alkabiko.pcc.usp.br/IaraNegreirosElecs2007.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2012.

OLIVEIRA, Patrícia Francisco de. **Reciclagem de embalagens de alimentos produzidas a partir de poliestireno extrusado pós-consumo**. 2006. 126f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Disponível em: <http://www.pgeal.ufsc.br/files/2011/01/dissertacao_Patricia_Oliveira.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.

ORTH, Maria Helena de Andrade. Coleta seletiva: a realidade brasileira. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NAS UNIVERSIDADES, 2**, 2004, Santa Maria–RS. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/isrmu/conferencias/Maria_Helena_de_Andrade_Orth_1.pdf> Acesso em: 25 Set. 2011.

PASSOLONGO, Fernanda Heloísa. **Biotratamento de embalagens plásticas de supermercado**. 2009. 43 f. Monografia (Conclusão de curso) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro (SP). Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/tcc/brc/67051/2009/passolongo_fh_tcc_rcla.pdf>. Acesso em: 18 set. 2011.

PEIXOTO, Karina; CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa; D'AGOSTO, Márcio de Almeida. **A coleta seletiva e a redução dos resíduos**

sólidos. Disponível em:

<[http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(7\)coletaresiduossolidos.pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(7)coletaresiduossolidos.pdf)>. Acesso em: 24 Set. 2011.

PIVA, Ana Magda; WIEBECK, Hélio. **Reciclagem do plástico.** São Paulo: Artliber, 2004. 111 p.

PORTAL DE NOTÍCIAS R7. **Voluntários participam de mutirão de limpeza da bacia da Lagoa da Pampulha.** Disponível em:

<<http://noticias.r7.com/cidades/noticias/voluntarios-participam-de-mutirao-de-limpeza-da-bacia-da-lagoa-da-pampulha-20110917.html>>. Acesso em: 15 out. 2011.

POTRICH, Adriano Luis; TEIXEIRA, Cláudia Echevengua; FINOTTI, Alexandra Rodrigues. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Estudos Tecnológicos em Engenharia.** v. 3, n. 3, p. 162-175, out./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/73.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2011.

PRADO, Marcelo Real. **Análise do inventário do ciclo de vida de embalagens de vidro, alumínio e PET utilizadas em uma indústria de refrigerantes no Brasil.** Curitiba, 2007. 161 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/8804/TESE_MarceloRealPrado.pdf;jsessionid=6F736364228A1C94E9798D290645C186?sequence=1>. Acesso em: 02 nov. 2011.

QUEIROZ, Guilherme de C; GARCIA, Eloísa E. C. Reciclagem de sacolas plásticas de polietileno em termos de inventário de ciclo de vida. **Revista Polímeros**, vol. 20, n. especial, p. 401-406, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v20n5/AOP_0553.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2012.

REMEDIO, Marcus V. P.; ZANIN, Maria. Análise do ciclo de vida de produtos plásticos: estado da arte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 14, 2000, São Pedro-SP. **Anais...** p. 56501-56510. Disponível em:

<<http://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbecimat/2000/Docs/TC409-015.pdf>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

SEMASA, Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Santo André.

Santo André, 2008. Disponível em:

<http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/PDF/Relat%F3rio_Anuar_DRS_AnoBase2007.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2012.

SANTOS, Amélia S. F; AGNELLI, José Augusto M; MANRICH, Sati. Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas.

Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 14, n. 5, p. 307-312, 2004.

SANTOS, Antônio Cláudio dos. **Estudo da reciclagem do Poli (Tereftalato de Etileno) – PET, pós consumo e de suas propriedades, quando submetido à radiação ionizante.** 2008. 62 f. Dissertação

(Mestrado) – IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Autarquia associada à Universidade de São Paulo. Disponível em:

<http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Antonio%20Claudio%20dos%20Santos_M.pdf>. Acesso em: 07 set. 2011.

SILVA, Elaine A. da; NETO, José M. Moita. Logística reversa nas indústrias de plásticos de Teresina-PI: um estudo de viabilidade.

Revista Polímeros, vol. 21, n. 3, p. 246-251, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v21n3/aop_0725.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2012.

SILVA, Harley. **Aspectos demográficos associados à geração de resíduos domiciliares no município de Belo Horizonte.** 2008. 203f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais.

Programa de Pós-Graduação em Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas. Disponível em:

<http://www.cedeplar.ufmg.br/demografia/dissertacoes/2008/HARLEY_SILVA.pdf> Acesso em: 21 fev. 2012.

SOARES *et al.* **Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida de Produtos e Serviços.** Florianópolis, 2010. 342p. Disponível em:

<<http://www.ciclodevida.ufsc.br/congresso/images/acv-2010.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

SOUZA, Camilo Pinto de. **Avaliação e valoração dos impactos ambientais no processo de operação de postos revendedores de combustíveis**. Rio de Janeiro. 2009. 183 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/impactos-ambientais-dos-postos-de-combustivel.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

SPADOTTO, Cláudio A. **Classificação de impacto ambiental**. Jaguariúna: Embrapa, 2002. 4 p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/2364842/Classificacao-de-Impacto-Ambiental-SPADOTTO>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

STAMM, Hugo Roger. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte**: estudo de caso de uma usina termelétrica. Florianópolis, 2003. 265 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Disponível em: <<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/impactoambiental.pdf>>. Acesso em 13 mar. 2012.

SPINACÉ, Márcia Aparecida da Silva, PAOLI, Marco Aurelio de. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Revista Quim. Nova**, vol. 28, n. 1, 65-72, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v28n1/23041.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (MG). **Relatório Anual de Atividades da Limpeza Urbana 2010**. Belo Horizonte. 2010. 68 p.

THESE, Jonatan; TAUCHEN, Joel Antonio. Análise da tecnologia aplicada aos polímeros: uma releitura sobre polímeros biodegradáveis. In: SAEP – SEMANA ACADÊMICA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1, 2010. **Perspectivas futuras na visão do empreendedor**. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_analise_polimeros_biodegradaveis.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2011.

TOCANTINS. Prefeitura Municipal. **PCA – Aterro sanitário município de Mateiros. Mateiros: SEINF/SEPLAN**, 2012. P. 71-81.

TORRES, Antônio Villaça *et al.* Sacolas oxi-biodegradáveis e redução do volume de geração de lixo: proposta de gestão social e institucional em Araucária – PR. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EPEA), 9, 2006, Guarapuava-PR. **Anais...** Disponível em:

<http://www.pessoal.utfpr.edu.br/macloviasilva/arquivos/sacolas_oxi_araucaria.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2012.

UAI. **Lixo atrai quatis em BH**. Disponível em:

<http://www.uai.com.br/UAI/html/sessao_2/2009/05/27/em_noticia_interna,id_sessao=2&id_noticia=112013/em_noticia_interna.shtml>.

Acesso em 05 dez. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Coleta seletiva no campus Pampulha: instalação dos LEV's**. Disponível em:

<<http://www.ufmg.br/proex/geresol/instalalev.html>>. Acesso em: 18 set. 2011.

VALENTINA, L. V. Dalla; HINZ, R. T. P; FRANCO, A. C.

Monitorando a performance ambiental do processamento de polímeros através da avaliação do ciclo de vida. In: **CBECIMAT - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS**, 17, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

Disponível em:

<<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-412-005.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2012.

VALT, Renata Bachmann Guimarães. **Análise do ciclo de vida das embalagens de PET, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais**. 2004. 193 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Disponível em:

<<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/069.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2011.

VESILIND, P. Aarne; MORGAN, Susan M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 456 p.

VIANA, Daniel de Berrêdo. **Avaliação de riscos ambientais em áreas contaminadas**: uma proposta metodológica. Rio de Janeiro, março de 2010, p.152. Disponível em:
<http://www.getres.ufrj.br/pdf/daniel_viana.pdf>. Acesso em: 12. mai. 2012.

VILLELA, Josely Nunes. **Mudança comportamental do consumidor a partir de sacolas plásticas**: iniciativa em prol da sustentabilidade em comunidade cristã. Niterói. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense. Centro tecnológico Mestrado Profissional de Sistema em Gestão. Disponível em:
<http://www.btdt.ndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-2010-10-21T134454Z-2675/Publico/Dissertacao%20%20Josely%20Villela.pdf>
Acesso em: 10 jan. 2012.

ANEXO A – RELATÓRIO ANUAL DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS



1. PANORAMA DA LIMPEZA URBANA EM BELO HORIZONTE

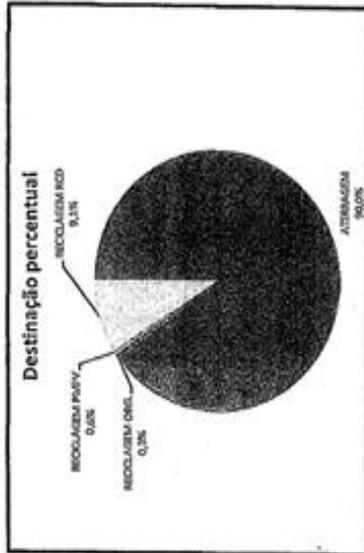
População Residente (*): 2.375.151
 % de Atendimento com os serviços de limpeza Urbana (**): 95%
 População atendida pelo serviço de limpeza urbana: 2.256.393

(*) Censo Demográfico 2010, IBGE (disponível em: www.ibge.gov.br)

(**) Fonte: Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – 2008/2011. Este índice tem como base a cobertura de atendimento do serviço regular de coleta domiciliar porta-a-porta.

1.1. RESÍDUOS DESTINADOS EM BELO HORIZONTE – Massa (t)

Destinação	Resíduo	Massa (t)	Média diária	%
ATERRAGEM	RCC	286.253,32	811,65	19,7%
	RDO	637.459,54	1.746,46	42,5%
	RPO	12.362,16	33,87	0,8%
	RPU	253.237,68	693,80	16,9%
	RSS	11.662,58	31,95	0,8%
	Outros	139.599,80	382,44	9,3%
ATERRAGEM Total		1.350.565,07	3.700,18	90,0%
RECICLAGEM ORG.	RDO	3.288,40	9,01	0,2%
	RPO	853,11	2,36	0,1%
RECICLAGEM ORG. Total		4.141,51	11,37	0,3%
RECICLAGEM PMPV	RDO	9.518,74	26,08	0,6%
RECICLAGEM PMPV Total		9.518,74	26,08	0,6%
RECICLAGEM RCD	RCC	136.424,40	373,77	9,1%
RECICLAGEM RCD Total		136.424,40	373,77	9,1%
Total geral		1.500.659,71	4.111,40	100,0%



Notas:

- a) No cálculo da média diária, considerou-se o ano com 365 dias.
- b) Para a geração per capita, considerou-se a população total do Município e a massa destinada no período.

1.2 PARTICIPAÇÃO MÉDIA NOS SERVIÇOS – SEGUNDO O OPERADOR

SERVICO	CONTRATADA PMPV/SLU	TOTAL
CARRREGAMENTO MANUAL	83,58%	100,00%
CARRREGAMENTO MECANICO	100,00%	100,00%
COLETA CAÇABAS	94,75%	100,00%
COLETA DE PODA EM URUPY	100,00%	100,00%
COLETA ESPECIAL	100,00%	100,00%
COLETA RPU	99,09%	100,00%
COLETA SELETIVA ORGANICOS	100,00%	100,00%
COMBATE A DENGUE	13,26%	100,00%
DOMICILIAÇÃO/COMPACTADOR	91,06%	100,00%
RES. SERV. SAÚDE – RES. COMUM	100,00%	100,00%
RESIDUOS SERV. SAÚDE	35,52%	100,00%
SELETIVA PMPV	95,30%	100,00%
VILAS E LOCAIS DIF. ACESSO	94,15%	100,00%

Serviços de aterragem % da massa aterrada

ATERRO	%
CTRS BR040	22,8%
CTR MACAUBAS	77,2%
Total geral	100,0%

Serviços de limpeza de vias % da extensão varrida

OPERADOR	PART. %
CONTRATADA	96,77%
SLU	3,23%
Total	100,00%

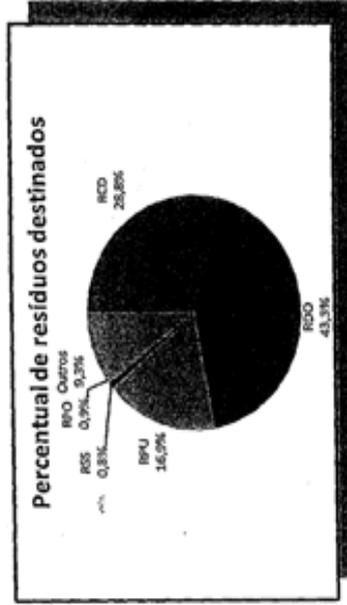
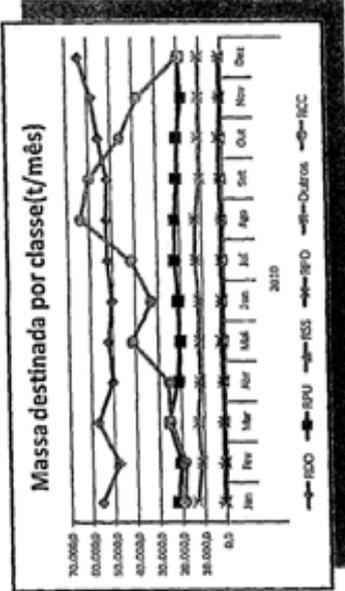
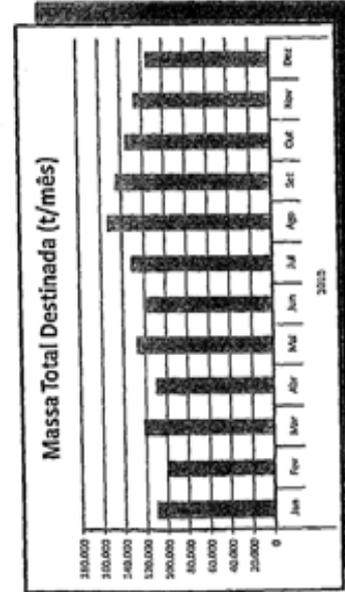
Serviços de coleta – % da massa coletada

Fonte: SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (2010)

1.3 Evolução mensal da massa destinada – Massa (toneladas)

DESTINAÇÃO	ANO - MES												Total geral
	2010	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	
ATERRAGEM	6.698,12	6.524,66	10.546,47	11.979,71	26.085,28	21.662,54	29.507,64	58.316,77	51.764,58	36.194,26	25.007,62	11.965,68	296.253,32
↳ ATERRAGEM RCC	54.578,43	46.956,18	56.574,49	49.701,16	51.131,50	49.439,71	51.295,68	51.518,86	50.843,20	54.615,24	57.612,81	63.192,28	637.459,54
↳ ATERRAGEM RDO	627,13	289,58	786,99	931,39	1.587,72	1.223,16	1.443,04	885,13	1.436,19	1.609,00	749,63	814,20	12.362,16
↳ ATERRAGEM RPD	21.729,05	20.595,73	25.452,72	21.163,89	20.180,60	20.767,73	22.250,34	21.977,40	21.038,89	20.561,28	18.213,99	19.308,05	253.237,68
↳ ATERRAGEM RPU	1.104,05	973,91	959,73	878,79	941,63	1.116,93	945,89	905,37	863,12	873,14	1.077,98	1.024,80	11.662,58
↳ ATERRAGEM RSS	13.114,24	11.009,07	12.511,74	11.481,37	11.521,39	11.592,27	13.045,56	12.862,30	10.611,21	10.954,73	10.414,16	10.381,76	139.589,80
↳ ATERRAGEM Outros	97.848,04	86.349,13	106.812,14	96.136,31	111.548,32	105.802,37	118.488,14	146.455,82	136.555,18	124.807,65	113.075,19	106.586,77	1.350.655,07
ATERRAGEM Total	300,86	240,33	279,95	272,09	287,59	200,81	274,79	242,06	253,59	293,55	319,32	343,45	3.288,40
↳ RECICLAGEM ORG.	72,79	39,95	51,27	64,32	69,45	66,19	63,30	63,27	67,87	87,59	101,63	115,48	863,11
↳ RECICLAGEM RDO	373,85	280,28	331,22	336,41	337,04	267,00	339,09	305,33	321,46	381,14	420,95	458,94	4.151,51
↳ RECICLAGEM PMPV	916,68	849,76	694,35	745,53	842,19	869,04	809,69	856,10	825,80	801,95	653,63	654,04	9.518,74
↳ RECICLAGEM PMPV Total	916,68	849,76	694,35	745,53	842,19	869,04	809,69	856,10	825,80	801,95	653,63	654,04	9.518,74
↳ RECICLAGEM RCD	12.256,80	12.104,40	14.258,40	13.503,60	15.446,40	11.312,40	12.388,80	5.786,40	8.242,80	9.960,40	13.339,20	7.804,80	136.424,40
↳ RECICLAGEM RCD Total	12.256,80	12.104,40	14.258,40	13.503,60	15.446,40	11.312,40	12.388,80	5.786,40	8.242,80	9.960,40	13.339,20	7.804,80	136.424,40
Total geral	111.395,16	99.583,57	122.095,12	110.721,65	126.173,95	118.250,81	132.024,72	153.403,66	145.945,24	135.971,14	127.489,97	115.604,65	1.500.669,71

Fonte: Balança CTRs BR040 (SLU) e CTR Macaúbas (Macaúbas Meio Ambiente SA)



Fonte: SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (2010)

ANEXO C - RELATÓRIO ANUAL DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS



Relatório Anual de Atividades da Limpeza Urbana 2010

2.4 PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DE PAPEL, METAL, PLÁSTICO E VIDRO
2.4.1 RESÍDUO RECEBIDO NAS UNIDADES - Massa (toneladas)

Destinação social	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total geral
SASMARÉ	377,34	292,66	323,89	338,82	344,23	331,33	289,83	300,27	298,68	276,88	115,95	104,44	3.394,30
Acquisição de terceiros					132,90								132,90
Citadinos	101,47	101,84	93,40	96,96	97,26	93,32	96,07	100,45	96,53	96,62		104,44	975,91
Contratada PP	82,83	88,83	77,19	83,40	90,95	109,36	84,42	93,06	89,79	74,49	111,92		1.090,68
Doações	171,48	88,24	139,26	134,59		110,67	107,34	106,77	104,02	103,81			1.066,17
SLU LEV	8,83	3,16	8,51	7,00	8,37	6,82			5,37	1,96			50,08
SLU PP	12,73	10,59	5,53	16,90	14,76	11,16			2,97		4,03		78,56
SASSOCIÉDILE	25,97	26,82	21,94	21,35	21,35	21,40	21,00	22,13	23,72	22,90	19,75	21,68	270,01
SLU LEV	25,97	26,82	21,94	21,35	21,35	21,40	21,00	22,13	23,72	22,90	19,75	21,68	270,01
SICIMENTOS LÍZ			37,08	5,97									23,05
Contratada PP			17,08	5,97									23,05
SICOLETA SELETIVA DE VIDROS/LEV	48,93	40,44	46,00	48,34	38,81	57,79	50,23	50,65	46,77	50,65	56,87	55,64	540,47
SLU LEV	48,93	40,44	46,00	48,34	38,81	57,79	50,23	50,65	46,77	50,65	56,87	55,64	540,47
SICOMAR	63,20	113,08	71,11	59,47	114,94	160,76	137,08	122,45	129,23	95,76	122,79	135,37	1.307,24
Contratada PP	38,69	67,26	33,48	18,30	67,13	117,54	71,52	70,49	78,19	46,04	67,56	81,74	758,63
SLU LEV	13,59	34,03	30,25	31,58	35,18	31,23	38,25	40,83	38,89	37,93	41,33	41,21	412,10
SLU PP	10,92	11,80	9,38	11,33	12,63	11,99	9,31	10,89	12,15	10,89	13,90	12,42	136,31
SICOPEMAR OESTE	89,88	96,88	51,11	55,45	74,86	76,55	78,11	117,75	112,02	112,21	126,40	135,08	1.126,30
Contratada PP	64,71	67,46	40,30	36,31	46,72	50,26	50,76	89,31	82,65	81,15	94,35	103,00	816,17
SLU LEV											1,48		1,48
SLU PP	26,17	28,42	10,81	19,14	28,14	28,30	27,35	19,24	29,37	31,06	30,57	32,08	308,65
SICOOPERLUSTO						45,01	46,37	46,70	36,92	29,06	37,18	30,75	271,99
Contratada PP						24,31	17,83	18,42	9,18	6,13	13,37		88,24
SLU LEV						4,48	9,17	5,08	5,40	8,11	7,60		61,76
SLU PP						16,22	19,37	16,36	22,66	17,53	15,70	23,15	130,09
SICOOPERLUSTO NOVA	21,95	32,47	30,10	22,66	27,30	33,46	25,64	22,79	19,75	27,73	28,97	21,63	314,45
Contratada PP	21,95	32,47	30,10	22,66	27,30	33,46	25,64	22,79	19,75	27,73	28,97	21,63	314,45
SICOOPERLUSTO BARRIÃO	132,01	175,60	97,89	147,97	199,92	139,95	179,70	162,82	147,56	71,70	145,72	146,16	1.739,01
Contratada PP	76,79	114,66	45,42	100,72	134,84	70,26	114,09	87,17	96,31	39,86	73,45	66,78	1.018,39
Doações	31,26	32,70	35,58	28,22	39,05	43,66	36,41	42,34	38,57	24,04	52,56	63,71	407,29
SLU LEV	15,75	19,53	10,63	15,78	15,78	11,44	18,90	21,83	12,88	8,80	12,99	13,12	170,05
SLU PP	8,22	8,69	8,00	8,40	10,26	7,37	11,30	11,78			6,72	2,55	83,26
SICTRS BR040	157,40	71,81	33,23	45,50	20,77	9,79	1,73		11,15	115,06	4,29		470,73
Contratada PP	137,84	49,74	23,15	44,21	17,65	6,95	1,73		11,15	74,80	4,29		368,91
Doações		1,95		1,29						22,01			28,25
SLU LEV	4,81	5,34			3,12					12,96			26,23
SLU PP	14,78	14,78	10,08			4,44				5,29			49,34
SIPROG. COLETA SELETIVA								61,19					61,19
SLU LEV								61,19					61,19
Total geral	916,68	849,76	694,35	745,53	842,19	869,04	809,69	856,10	826,80	801,95	655,63	654,04	8.878,74

Fonte: Departamento de Programas Especiais/SLU

Fonte: SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (2010)

SLU

2.3 PROGRAMA DE COMPOSTAGEM**2.3.1 RESÍDUO COLETADO – Massa (toneladas)**

	S/2010												Total geral
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
PODA	72,79	39,95	51,27	64,32	69,45	66,19	63,30	63,27	67,87	87,59	101,63	115,48	863,11
RESÍDUO ORGÂNICO COLETADO	300,96	240,33	279,95	272,09	287,69	200,81	274,79	242,06	253,59	293,55	319,32	343,46	3.288,40
Total geral	373,65	280,28	331,22	336,41	337,04	267,00	338,09	305,33	321,46	381,14	420,95	458,94	4.151,51

Fonte: Seção de Compostagem/SLU

2.3.2 COLETA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM FEIRAS E SACOLÕES – Massa (toneladas)

	S/2010												Total geral
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
BICENTRO SUL	159,87	125,98	160,38	158,67	153,03	102,22	155,27	132,58	132,76	150,37	165,90	175,37	1.771,80
FEIRAS E SACOLÕES	159,87	125,98	160,38	158,67	153,03	102,22	155,27	132,58	132,76	150,37	165,90	175,37	1.771,80
SINOROESTE	140,99	114,35	119,57	113,42	114,56	98,59	119,52	109,48	120,83	143,18	154,02	168,09	1.516,60
NE-NO	77,68	58,97	60,79	52,63	58,64	46,75	57,65	54,46	61,49	70,63	79,98	91,13	770,80
NE-O-NO	63,31	55,38	58,78	60,79	55,92	51,84	61,87	55,02	59,34	72,55	74,04	76,96	745,80
Total geral	300,86	240,33	279,95	272,09	267,59	200,81	274,79	242,06	253,59	293,55	319,32	343,46	3.288,40

Fonte: Seção de Compostagem/SLU

2.3.3 COMPOSTO PRODUZIDO – Massa (toneladas)

Soma de MASSA(I)

	S/2010												Total geral
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
REJEITO COMPOSTAGEM	20,18	17,50	18,48	18,76	18,23	90,31	20,48	19,71	20,03	22,34	25,99	30,50	322,51
RESÍDUO ORGÂNICO PROCESSADO	353,47	262,78	312,74	317,65	319,81	1.497,33	317,91	285,62	301,43	359,90	394,96	428,44	5.149,64
RESÍDUO ORGÂNICO UTILIZADO	280,68	222,83	261,47	253,33	249,36	1.197,68	254,31	222,35	233,56	271,21	293,33	312,96	4.053,07
PRODUÇÃO DE COMPOSTO	77,55	92,59	89,78	191,30	141,39	506,42	125,10	127,06	127,52	96,81	127,04	114,20	1.819,76

Fonte: Seção de Compostagem/SLU

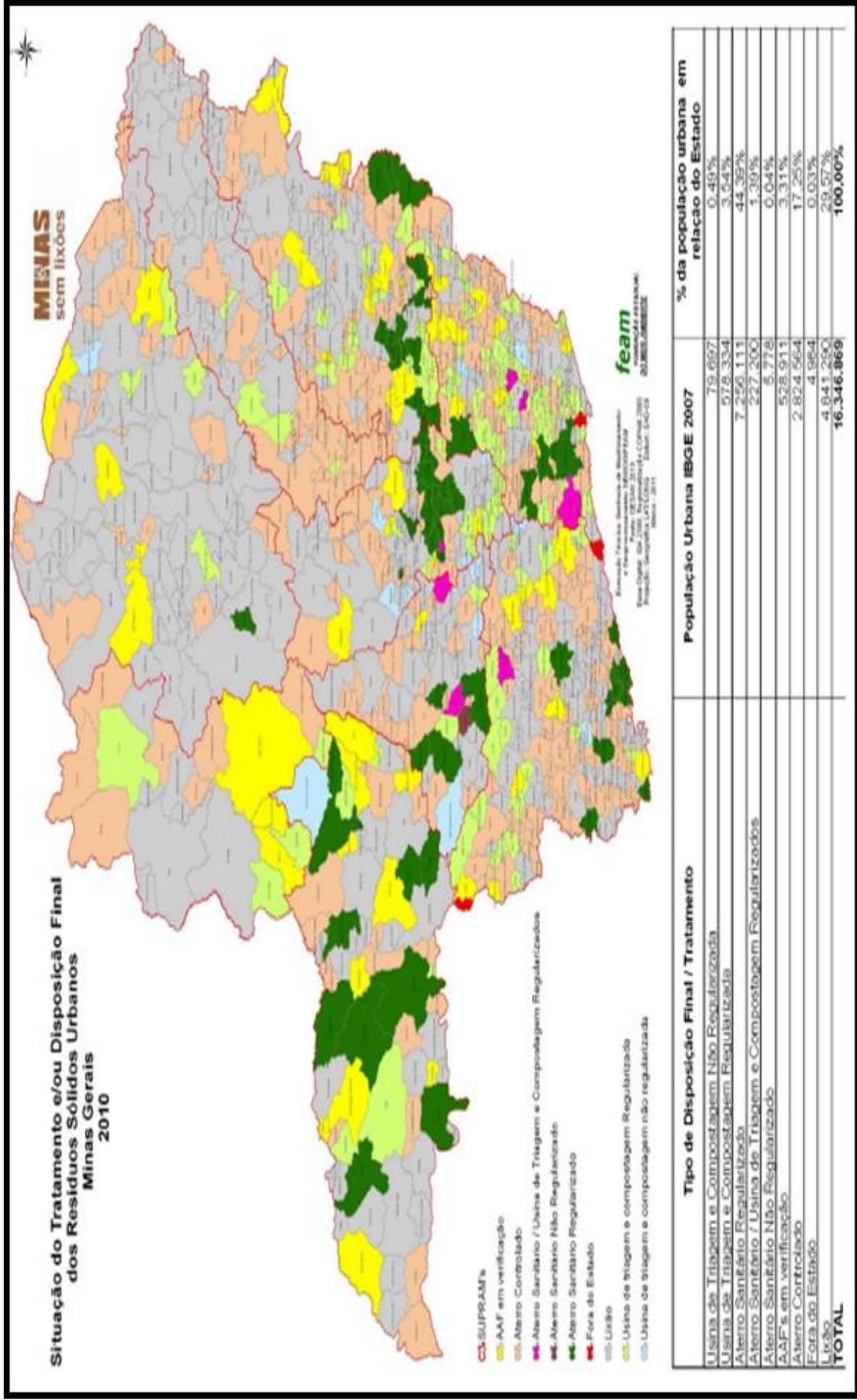
Resíduo utilizado: é o resíduo orgânico menos o rejeito.
Resíduo processado: é o resíduo utilizado acrescido do resíduo de poda.

2.3.4 COMPOSTO FORNECIDO – Massa (toneladas)

	S/2010												Total geral
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
COMPOSTO ORG. FORNEC. À PBH	21,59	37,43	58,50	36,84	36,47	34,91	37,62	11,24	22,26	20,44	30,25	68,17	415,72
CTRS BR-040 - PROJETO PAISAGÍSTICO	19,13	6,69	13,50	6,62	8,06	0,71	6,01	3,69	3,99	0,35	2,21	3,07	74,23
OUTROS								3,86			3,09		6,95
Total geral	40,72	44,12	72,00	43,46	44,53	35,62	43,63	18,59	26,25	20,79	36,55	71,24	496,90

Fonte: SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (2010)

ANEXO E – MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS



Fonte: SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (2010)

ANEXO F: MATRIZ DE LEOPOLD – IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO.

Matriz de Leopold – Fase de implantação de um aterro sanitário

FATORES AMBIENTAIS		CONDIÇÕES BIOLÓGICAS												MEIO ANTRÓPICO														
		Geologia e solos				Recursos Hídricos				Fauna / Flora				Atmosfera				Nível de Vida Infra-Estrutura Urbano Social				Economia						
ATIVIDADES PREVISTAS	IMPACTOS AMBIENTAIS	Alteração na qualidade ambiental dos solos	Espolamento de recursos naturais	Alterações morfológicas	Perda de Cobertura Vegetal	Alterações qualitativas dos recursos hídricos superficiais	Alterações na qualidade dos recursos hídricos subterrâneos	Alterações na qualidade de água	Poluição Atmosférica	Perda de Diversidade da fauna terrestre	Perda de Hábitats para a fauna terrestre	Perturbação e atropelamento da fauna	Atropelamento de animais	Melhorias da qualificação profissional dos trabalhadores e fornecedores locais	Geração de empregos	Atração da População	Interferência no cotidiano da população	Aceleração da expansão urbana	Incomodos à população por poeira e ruído	Pressão sobre serviços e equipamentos sociais	Pressão sobre o sistema viário e de circulação	Alteração da paisagem natural	Intensificação do processo de especulação imobiliária	Dinamização da economia	Mudança do perfil econômico da região e agregação de vantagens locais	Atração/Expansão de Empreendimentos	Interferência na atividade turística	Pontuação total
		FASE DE PREPARAÇÃO DO TERRENO	Modificação de Habitat	-9	-2	-10	-10	-10	-10	-10	-9	-5	-6	-5	-6	8	8	-8	-8	-8	-9	-8	-8	-8	-8	8	8	7
Alteração da Cobertura do Solo	-9		-9	-10	-10	-10	-10	-10	1	-9	-8	-8	1	1	1	-8	-8	-8	-9	-8	-8	-8	-8	1	1	1	-6	-157
Alteração do Balanço Hidrológico	1		-9	1	1	-10	-10	-10	1	-6	-6	-5	1	1	1	1	1	-3	1	1	1	1	1	1	1	-8	-8	-77
Alteração da Drenagem	-8		-4	1	-9	-10	-4	-10	1	1	1	1	1	1	1	1	-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-38
Queima de combustíveis fósseis (emissão de gases)	1		-10	-10	1	1	1	1	-10	-3	-2	-5	1	-7	1	1	1	-9	1	1	-9	1	-9	1	1	1	1	-2
FASE DE IMPERMEABILIZAÇÃO	Risco de acidentes de trabalho	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
	Pavimentação de Superfícies	-8	-9	1	-9	-10	-4	-10	1	-3	-4	-3	-2	1	1	1	1	1	-5	1	1	-8	1	1	1	1	1	-61
	Ruídos ou Vibração	-5	1	1	1	1	1	1	1	-3	-5	-6	1	1	-9	-9	-9	-7	-9	1	1	1	1	1	1	1	-4	-50
	Abertura de células	-8	1	-8	-9	-5	-4	-2	1	-9	-9	-8	-3	1	5	1	1	1	-8	1	1	-4	1	1	1	1	1	-59
FASE DE ADAPTAÇÃO ADMINISTRATIVA	Impermeabilização do solo com mantas de polietileno	-5	-7	1	-6	-6	-4	-2	1	-3	1	-8	-8	1	1	1	-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-41
	Movimentação de equipamentos	-5	-9	-4	-4	-2	-2	1	-9	-5	-4	-8	-8	1	1	1	-8	1	-6	1	-4	-2	1	1	1	1	-73	
	Cercamento da área	1	1	1	1	1	1	1	1	-5	-3	-8	-2	1	8	1	-2	1	-4	1	1	-3	1	1	1	1	1	-6
	Construção de portaria	-2	-2	1	-5	1	-2	1	1	-3	-3	-8	-4	1	8	1	-2	1	-4	1	1	-3	1	1	1	1	1	-16
FASE DE ADAPTAÇÃO ADMINISTRATIVA	Construção de escritórios	1	-2	1	-8	1	-2	1	1	-2	-3	-8	-3	1	8	1	-3	1	-4	1	1	-2	1	1	1	1	1	-14
	Áreas para manobras e estacionamento	-4	-3	1	-9	1	-3	1	1	-3	-2	-8	-2	1	8	1	-3	1	-4	1	1	-3	1	1	1	1	1	-22

LEGENDA - VALORIZAÇÃO DO IMPACTO
 Positivo (1)
 Neutro (0)
 Baixa (1)
 Média (2)
 Regional (3)
 Local (2)
 Permanente (3)
 Média (2)
 Irreversível (3)
 Parcial (2)
 Reversível (1)

Fonte: DADOS DAPESQUISA, 2012.

ANEXO G: MATRIZ DE LEOPOLD – OPERAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO.

Matriz de Leopold – Fase operação de um aterro sanitário

FATORES AMBIENTAIS		CONDIÇÕES BIOLÓGICAS												MEO ANTRÓPICO								Pontuação total										
		Geologia e solos				Recursos Hídricos				Atmosfera				Fauna / Flora				Nível de Vida Infra-Estrutura Urbano Social								Economia						
ATIVIDADES PREVISTAS	IMPACTOS AMBIENTAIS	Alteração na qualidade ambiental dos solos	Esgotamento de recursos naturais	Alterações morfológicas	Perda de Cobertura Vegetal	Alterações quali-quantitativas dos recursos	Hídricos superficiais	Alterações na qualidade dos recursos hídricos	subterâneos	Alterações na qualidade d'água	Polição Atmosférica	Perda de Diversidade da fauna terrestre	Perda de Habitats para a fauna terrestre	Perturbação e aniquilamento da fauna	Atrapelamento de animais	Melhorias da qualificação profissional dos	Trabalhadores e fornecedores locais	geração de empregos	Atração da População	Interferência no cotidiano da população	Acréscimo da expansão urbana	Incomodos à população por poeira e ruído	Pressão sobre serviços e equipamentos sociais	Pressão sobre o sistema viário e de circulação	Alteração da paisagem natural	Interferência do processo de especulação imobiliária	Dinamização da economia	Mudança do perfil econômico da região e	agregação de vantagens locais	Expansão de Empreendimentos	Interferência na atividade turística	
		RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NO ATERRO	Queima de combustíveis fósseis (emissão de gases)	1	-10	-2	1	1	1	1	1	-10	-4	-4	-4	1	1	1	1	1	-9	-9	-2	-9	1	-9	1	-3	1	1	1	1
Emissão de odores	1		1	1	1	1	1	1	1	-10	1	-3	-4	1	1	1	1	1	-9	-9	-7	-4	-5	1	1	-9	-3	-2	-3	-5	5	
Mistura de resíduos orgânicos com inorgânicos	-8		-9	-3	1	1	-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	
Movimentação de equipamentos e veículos no aterro	-6		-9	-3	-8	-3	-3	-3	-3	-2	-9	-7	-9	-9	-9	9	9	9	9	-7	-3	-3	-9	1	1	-8	-3	8	1	1	-4	27
Manutenção de veículos e equipamentos	-3		-8	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	1	-4	-5	-8	-3	8	8	8	8	-8	-8	1	-8	1	1	1	1	8	1	1	1	2
Risco de acidentes de trabalho	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-4	1	1	1	-9	1	1	1	1	1	1	1	16
GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE UNIFORME E EPI'S USADOS NA OPERAÇÃO	-8		-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
CONTAMINAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO	-9		-4	-9	-3	-9	-9	-9	-9	-10	1	-5	-9	-9	1	1	1	1	1	-5	-9	-6	-5	1	1	-3	-8	-5	-2	-4	-3	-15
CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS	-3		-4	-9	-3	-10	-3	-10	-3	-10	1	-6	-9	-9	1	1	1	1	1	-7	-8	-7	-4	-9	1	-5	-8	-5	-2	-4	-5	-25
GERAÇÃO DE HISSÍVIDOS	-10		-9	-9	-6	-10	-10	-10	-10	-10	1	-9	-8	-9	1	1	1	1	1	-8	-9	-6	-6	-5	1	-7	-5	-3	-4	-4	-3	-38
DISPOSIÇÃO NAS CÉLULAS DO ATERRO	GERAÇÃO DE GASES	-2	-3	-5	1	1	1	1	1	-10	-3	-5	-7	1	1	1	1	1	-4	-9	-7	-7	-6	1	1	-6	-2	-3	-5	-7	5	
	CONTAMINAÇÃO DO SOLO PROVOCADA POR RESINAS PLÁSTICAS	-9	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-5	1	-5	-9	-9	1	1	1	1	1	-3	-4	-3	-3	-3	1	-5	-3	-5	-3	-5	1	-35	
	ATRAÇÃO DE AVES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	PROLIFERAÇÃO DE VETORES	-4	-3	-4	1	1	1	1	1	1	1	-3	-3	-2	1	1	1	1	-9	-9	-7	-3	-9	1	1	1	-6	-6	-3	-5	-9	-15
ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES	SATURAÇÃO DO ATERRO (MATERIAIS DE DIFÍCIL DECOMPOSIÇÃO)	-10	-9	-9	-10	-3	-3	1	1	1	-2	1	1	1	1	1	1	-10	1	8	1	8	8	9	1	1	1	-9	-10	1	1	-19
	ENCLOSURAMENTO DAS CÉLULAS DO ATERRO	-10	-2	1	1	-9	-9	1	1	-9	1	1	1	1	9	1	1	-10	1	8	1	8	9	9	1	1	1	-9	-10	1	1	-9
	DECOMPOSIÇÃO ANAERÓBICA	-10	-3	-9	-2	-5	-4	1	1	-9	-3	-3	-5	-3	1	1	1	1	-4	-4	-6	-3	-7	1	1	-6	-3	-6	-5	-8	-5	
	TRATAMENTO DOS GASES GERADOS	1	-3	1	1	1	1	1	1	10	1	1	-4	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
	TRATAMENTO DO HISSÍVIDO	10	1	9	1	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	74

LEGENDA - VALORIZAÇÃO DO IMPACTO

- | | |
|---|---|
| <p>POSITIVO (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> Alta (3) Regional (3) Permanente (3) Irreversível (3) | <p>NEUTRO (0)</p> <ul style="list-style-type: none"> Média (2) Local (2) Média (2) Parcial (2) |
| <p>NEGATIVO (-1)</p> <ul style="list-style-type: none"> Baixa (1) Puntual (1) Curta (1) Reversível (1) | <p>IMPACTO (IT): ca.(I + co + D + R)</p> |

Fonte: DADOS DAPESQUISA, 2012.

ANEXO H: ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE SACOLAS PLÁSTICAS.

PLANILHA DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS - PROCESSO DE FABRICAÇÃO E DESCARTE DE SACOLAS PLÁSTICAS DE POLIETILENO

Processo	Atividade	Aspecto Ambiental	Descrição do Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Incidência	Avançança	Avaliação do Impacto					Legislação
							Gravidade	Temporalidade	Resultado	Significância		
Extração de recursos naturais e uso de materiais primários secundários, consumo de água.	Petróleo e óleo diesel, nacional e importado	*Geração de resíduos sólidos *Poluição atmosférica *Geração de resíduo líquido	*Emissões atmosféricas *Emissões por veículos de transporte *Vazamento de petróleo	*Alteração da qualidade do solo *Alteração da qualidade do ar *Alteração da qualidade da água *Esgotamento de recursos naturais	I	G	1	5	1	5	não	LEI 6.938/81 NBR 10005-LIXVIAÇÃO CONAMA 005/85 CONAMA 006/89 CONAMA 020/86
Refino do petróleo	Consumo de energia elétrica e térmica.	*Geração de resíduos líquidos *Poluição atmosférica	*Descarte de resíduos sólidos *Descarte de resíduo líquido	*Contaminação do solo *Contaminação do ar *Alteração da qualidade da água	I	L	1	5	1	5	não	CONAMA 005/89 CONAMA 020/86 CONAMA 273/2000, DN COPAM 07/81 CONAMA 382/06
Fabricação da resina	Emissão de efluentes líquidos e gasoso.	*Geração de resíduos líquidos *Poluição atmosférica	*Emissões atmosféricas (vapores, névoas, particulados dispersos no ar) *Descarte de resíduo líquido	*Contaminação do ar por produtos tóxicos *Alteração da qualidade da água	D	R	1	5	1	5	não	CONAMA 357/2005 CONAMA 382/06
Extrusão do filme	Emissões atmosféricas.	*Poluição atmosférica	*Emissões atmosféricas (vapores, névoas, particulados dispersos no ar)	*Contaminação do ar por produtos tóxicos	D	R	3	5	3	45	sim	CONAMA 382/06
Fabricação das sacolas	Geração de resíduos sólidos (mineral, industrial e inerte)	*Geração de resíduos sólidos	*Descarte de resíduos sólidos	*Contaminação do solo	D	R	5	5	3	75	sim	PNRS 12.305/10, DN COPAM 07/81 Lei 9.259/08
Coleta regular de resíduos sólidos	Emissão de efluentes líquidos e gasoso e de resíduos sólidos.	*Geração de resíduos sólidos *Poluição atmosférica *Geração de resíduos líquidos	*Descarte de resíduos sólidos (vapores, névoas, particulados dispersos no ar) *Descarte de efluentes líquidos	*Contaminação do solo *Contaminação do ar	I	R	1	3	1	3	não	PNRS 12.305/10 CONAMA 357/2005
Coleta Seletiva de resíduos sólidos	Emissão de efluentes líquidos e gasoso e de resíduos sólidos.	*Geração de resíduos sólidos *Poluição atmosférica	*Descarte de resíduos sólidos (vapores, névoas, particulados dispersos no ar)	*Contaminação do solo *Contaminação do ar	I	R	1	3	1	3	não	PNRS 12.305/10 DN COPAM 07/81 NBR 10005-LIXVIAÇÃO CONAMA 357/2005
Segregação de resíduos de coleta seletiva	Emissão de efluentes líquidos e gasoso e de resíduos sólidos.	*Geração de resíduos sólidos *Poluição atmosférica *Geração de resíduos líquidos	*Descarte de resíduos sólidos (vapores, névoas, particulados dispersos no ar) *Descarte de efluentes líquidos	*Contaminação do solo *Contaminação do ar *Alteração da qualidade da água	I	R	1	3	1	3	não	PNRS 12.305/10 CONAMA 357/2005
Inserção no processo produtivo do material segregado na coleta seletiva	Emissões atmosféricas. Geração de resíduos sólidos (mineral, industrial e inerte)	*Poluição atmosférica *Geração de resíduos sólidos	*Emissões atmosféricas (vapores, névoas, particulados dispersos no ar) *Descarte de efluentes líquidos	*Contaminação do solo *Contaminação do ar *Alteração da qualidade da água	D	R	3	5	3	45	sim	PNRS 12.305/10, DN COPAM 07/81 Lei 9.259/08
Disposição dos resíduos no aterro sanitário	Emissão de efluentes gasoso e geração de resíduos sólidos.	*Geração de resíduos sólidos *Poluição atmosférica	*Descarte de resíduos sólidos (vapores, névoas, particulados dispersos no ar)	*Alteração da qualidade do solo *decomposição orgânica *Alteração no processo de dissipação do gás produzido na decomposição *Contaminação das águas por lixiviados *Redução da vida útil do aterro sanitário	I	R	5	5	3	75	sim	PNRS 12.305/10 DN COPAM 07/81 NBR 10005-LIXVIAÇÃO CONAMA 357/2005

LEGENDA

Incidência : Direta (D), Indireta (I)
 Avançança : L (Local), G (Global)
 Probabilidade : Alta (5 pontos), Média (3 pontos), Baixa (1 ponto)
 Gravidade : Alta (5 pontos), Média (3 pontos), Baixa (1 ponto)

Temporalidade : Futura (5 pontos), Presente (3 pontos), Passada (1 ponto)
 Resultado : P (Perigo), R (Risco), S (Seguro)
 Significância : Sim ou Não

Fonte: DADOS DAPESQUISA, 2012.

ANEXO I – LEI Nº 9529/08 QUE PROÍBE O USO DE SACOLAS PLÁSTICAS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE.

LEI Nº 9529, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2008

DISPÕE SOBRE A SUBSTITUIÇÃO DO USO DE SACO PLÁSTICO DE LIXO E DE SACOLA PLÁSTICA POR SACO DE LIXO ECOLÓGICO E SACOLA ECOLÓGICA, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O Povo do Município de Belo Horizonte, por seus representantes, decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º - O uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica deverá ser substituído pelo uso de saco de lixo ecológico e de sacola ecológica, nos termos desta Lei.

Parágrafo Único - VETADO

I - VETADO

II - VETADO

III - VETADO

IV - VETADO

Art. 2º - A substituição de uso a que se refere esta Lei acontecerá nos estabelecimentos privados e nos órgãos e entidades do Poder Público sediados no Município.

Art. 3º - A substituição de uso a que se refere esta Lei terá caráter facultativo pelo prazo de 3 (três) anos, contado a partir da data de publicação desta Lei, e caráter obrigatório a partir de então.

Art. 4º - A inobservância ao disposto nesta Lei acarretará ao infrator as seguintes penalidades:

I - notificação;

II - multa no valor de R\$ 1.000,00 (mil reais) e, em caso de reincidência, no valor de R\$ 2.000,00 (dois mil reais);

III - interdição do estabelecimento;

IV - cassação do Alvará de Localização e Funcionamento de Atividades.

§ 1º - Na penalidade de notificação, será concedido prazo de 30 (trinta) dias para que o infrator se ajuste ao previsto por esta Lei.

§ 2º - A penalidade de cassação do Alvará de Localização e Funcionamento de Atividades não se aplica a órgão e entidade do Poder Público.

Art. 4º - promulgado em 23/04/2008 e publicado em 29/04/2008

Art. 5º - VETADO

Art. 6º - Fica o Poder Executivo autorizado a realizar campanhas educativas e de conscientização de cidadãos e instituições a respeito da substituição de que trata esta Lei.

Art. 7º - Esta Lei será regulamentada no prazo de 120 (cento e vinte) dias, contado da data de sua publicação.

Art. 8º - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 27 de fevereiro de 2008
Fernando Damata Pimentel
Prefeito de Belo Horizonte

ANEXO J – DECRETO Nº 14367/11 QUE REGULAMENTA A LEI 9529/08 NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE.

DECRETO Nº 14.367, DE 12 DE ABRIL DE 2011

Regulamenta a Lei nº 9.529/08, que “Dispõe sobre a substituição do uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica por saco de lixo ecológico e sacola ecológica, e dá outras providências”.

O Prefeito de Belo Horizonte, no exercício das atribuições que lhe confere o inciso VII do art. 108 da Lei Orgânica do Município, e considerando o disposto na Lei nº 9.529, de 27 de fevereiro de 2008,
DECRETA:

CAPÍTULO I DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º - Os estabelecimentos privados e os órgãos e entidades do Poder Público situados no Município de Belo Horizonte deverão substituir o uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica pelo uso de saco de lixo ecológico e de sacola ecológica, nos termos da Lei nº 9.529, de 27 de fevereiro de 2008, e deste Decreto.

Art. 2º - É vedada a utilização de saco plástico de lixo e de sacola plástica para acondicionamento, empacotamento, armazenamento ou transporte de resíduos ou produtos comercializados ou fornecidos, ainda que gratuitamente, em estabelecimentos privados e órgãos ou entidades do Poder Público situados ou em funcionamento, ainda que temporário, no território do Município.

Parágrafo único - A vedação não se aplica ao acondicionamento, empacotamento, armazenamento ou transporte realizados por pessoa física fora dos estabelecimentos privados ou órgãos ou entidades públicos, em caráter privado e sem intuito de lucro.

Art. 3º - Para os efeitos da Lei nº 9.529/08, e deste Decreto, entende-se por:

I - saco de lixo ecológico: o confeccionado em material biodegradável ou reciclado;

II - sacola ecológica: a confeccionada em material biodegradável ou a sacola retornável.

§ 1º - Considera-se material biodegradável aquele que apresenta degradação por processos biológicos, sob ação de microrganismos, em condições naturais adequadas, e que atenda aos seguintes requisitos:

- I - finalização em até 180 (cento e oitenta) dias;
- II - resíduos finais resultantes que não apresentem resquício de toxicidade e tampouco sejam danosos ao meio ambiente;
- III - atendimento à NBR 15448-2:2008, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

§ 2º - Considera-se sacola retornável aquela confeccionada em material durável, suficientemente resistente para suportar o peso médio dos produtos transportados, lavável, com espessura mínima de 0,3 mm (três décimos de milímetro), e destinada à reutilização continuada;

§ 3º - Considera-se material reciclado aquele decorrente de processo de transformação dos resíduos sólidos que envolva a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente.

Art. 4º - Deverá constar do saco de lixo ecológico e da sacola ecológica confeccionados em material biodegradável, de forma clara e visível ao consumidor, menção ao atendimento à NBR 15448-2:2008.

CAPÍTULO II

FISCALIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE PENALIDADES

Art. 5º - Compete às Secretarias de Administração Regional Municipal a fiscalização do cumprimento da Lei nº 9.529/08 e a aplicação das penalidades nela previstas.

Art. 6º - Os infratores da Lei 9.529/08 estarão sujeitos ao seguinte, além da obrigação de fazer cessar a transgressão:

- I – notificação;

- II – multa no valor de R\$ 1.000,00 (mil reais) e, em caso de reincidência, no valor de R\$ 2.000,00 (dois mil reais);
- III – interdição parcial ou total da atividade, até a correção das irregularidades;
- IV – cassação do Alvará de Localização e Funcionamento do estabelecimento.

§ 1º - O não atendimento à notificação para sanar a irregularidade autoriza a Administração a aplicar, simultaneamente às penalidades dos incisos II a IV *docaput* deste artigo, medida cautelar administrativa de apreensão de sacos de lixo plásticos ou de sacolas plásticas, com base no inciso IV do art. 72 da Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

§ 2º - A notificação será aplicada se o infrator nunca tiver sofrido a aplicação de penalidade por infração à Lei nº 9.259/08, sendo vedada a aplicação de mais de uma notificação ao mesmo infrator, salvo nas seguintes hipóteses:

- I – decurso de pelo menos 3 (três) anos entre as datas das notificações;
- II – alteração, posterior à primeira notificação, das normas técnicas definidoras de biodegradabilidade, que tenha dificultado a adaptação do infrator ao disposto na Lei nº 9.529/08 e neste regulamento;
- III – cancelamento da primeira notificação de advertência por decisão administrativa ou judicial.

§ 3º - A multa será aplicada se o infrator não sanar a irregularidade em até 30 (trinta) dias após a notificação.

§ 4º - A penalidade de interdição da atividade será aplicada na hipótese da multa se revelar ineficaz para coibir o comportamento ilícito do infrator.

§ 5º - A interdição cessará se o infrator sanar as irregularidades que a motivaram.

§ 6º - A interdição da atividade antecederá a cassação de Alvará de Localização e Funcionamento.

§ 7º - A penalidade de cassação do Alvará de Localização e Funcionamento será aplicada:

I - após três meses da interdição, na hipótese de não terem sido efetivadas as providências para regularização;

II - na hipótese de descumprimento do Auto de Interdição;

III - quando constatado que, após a cessação da interdição, o infrator voltou a praticar a infração em um período de até dois anos.

§ 8º - Após a cassação, o infrator não poderá ter deferido novo Alvará de Localização e Funcionamento de Atividades pelo prazo de um ano.

§ 9º - A penalidade de cassação do Alvará de Localização e Funcionamento de Atividades não será aplicada a órgão e entidade do Poder Público, que deve ser compelido a observar a lei por meio de ação judicial, devendo os órgãos responsáveis pela fiscalização remeter à Procuradoria-Geral do Município requerimento de ajuizamento de demanda judicial com este objetivo, acompanhado de justificativa da ineficácia de penalidades administrativas aplicáveis e de todos os documentos relacionados ao caso.

Art. 7º - Aplicam-se às infrações à Lei nº 9.259/08, no que couber, as disposições da Lei nº 8.616, de 14 de julho de 2003, que contém o Código de Posturas do Município de Belo Horizonte, e de seu regulamento.

CAPÍTULO III DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 8º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 9º - Fica revogado o Decreto nº 13.446, de 19 de dezembro de 2008.

Belo Horizonte, 12 de abril de 2011

Marcio Araujo de Lacerda
Prefeito de Belo Horizonte

**ANEXO K – DECRETO Nº 14367/11 QUE REGULAMENTA A
LEI 9529/08 NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE.**

**INSTRUÇÃO DE SERVIÇO 005/2011
FISCALIZAÇÃO DO USO DE SACO PLÁSTICO DE LIXO E DE
SACOLA PLÁSTICA**

Dispõe sobre procedimentos para fiscalização do uso de Saco Plástico de Lixo e de Sacola Plástica por estabelecimentos privados e órgãos e entidades do Poder Público sediados no Município de Belo Horizonte.

O Secretário Municipal de Serviços Urbanos, no uso de suas atribuições legais, considerando a necessidade de definir e padronizar procedimentos fiscais.

RESOLVE:

Seção I - Disposições Gerais

Art. 1º - A finalidade desta instrução é estabelecer as diretrizes e os procedimentos referentes à fiscalização do uso de saco plástico e de sacola plástica por estabelecimentos privados e órgãos e entidades do Poder Público, sediados no Município

Art. 2º - A fiscalização do assunto de que trata esta Instrução de Serviço é orientada pela legislação abaixo discriminada:

I) LEI Nº 9.529, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2008, que dispõe sobre a substituição do uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica por saco de lixo ecológico e sacola ecológica, e dá outras providências;

II) DECRETO Nº 14.367, DE 12 DE ABRIL 2011 que regulamenta a Lei nº 9.529/08, que “Dispõe sobre a substituição do uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica por saco de lixo ecológico e sacola ecológica, e dá outras providências”;

III) DECRETO Nº 14.381, DE 15 DE ABRIL DE 2011 que altera o Decreto nº 14.367/11;

IV) LEI Nº 8.616, DE 14 DE JULHO DE 2003, que contém o Código de Posturas do Município de Belo Horizonte e suas alterações;

V) DECRETO 14.060, DE 06 DE AGOSTO DE 2010, que regulamenta a Lei 8.616/03, que “Contém o Código de Posturas do Município de Belo Horizonte”;

VI) LEI FEDERAL Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Art. 3º - A fiscalização do uso do material mencionado baseia-se nas normas de que trata o art. 2º desta Instrução de Serviço e nos seguintes conceitos.

§ 1º - Saco de Lixo Ecológico é aquele confeccionado em material biodegradável ou reciclado.

§ 2º - Sacola Ecológica é aquela confeccionada em material biodegradável ou a sacola retornável.

§ 3º - Considera-se material biodegradável aquele que apresenta degradação por processos biológicos, sob ação de microrganismos, em condições naturais adequadas, e que atenda aos seguintes requisitos:

I - finalização em até 180 (cento e oitenta) dias;

II - resíduos finais resultantes que não apresentem resquício de toxicidade e tampouco sejam danosos ao meio ambiente;

III - atendimento à NBR 15448-2:2008, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

§ 4º - Considera-se sacola retornável aquela confeccionada em material durável, suficientemente resistente para suportar o peso médio dos produtos transportados, lavável, com espessura mínima de 0,3 mm (três décimos de milímetro), e destinada à reutilização continuada.

§ 5º - Considera-se material reciclado aquele decorrente de processo de transformação dos resíduos sólidos que envolva a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente.

Art. 4º - Deverá constar do saco de lixo ecológico e da sacola ecológica confeccionados em material biodegradável, de forma clara e

visível ao consumidor, menção ao atendimento à NBR 15448-2:2008.
(art. 4º do Decreto nº 14.367/11)

Seção II - Da fiscalização

Art. 5º - Sendo constatada a utilização de saco plástico de lixo e de sacola plástica, em desconformidade com o que dispõem a Lei nº 9.529/08 e seu regulamento, a fiscalização deverá, observando os modelos do Anexo Único desta Instrução de Serviço:

I) realizar primeira vistoria e emitir notificação prévia com prazo de 30 (trinta) dias para correção da irregularidade;

II) decorridos o prazo previsto no inciso I do caput deste artigo, realizar segunda vistoria e, não tendo sido sanada a irregularidade, lavrar auto de infração e auto de apreensão dos sacos de lixo plásticos e/ou de sacolas plásticas que estiverem em desacordo com a regulamentação pertinente;

III) realizar terceira vistoria e, persistindo a infração, lavrar auto de infração considerando a reincidência, interditar parcial ou totalmente a atividade até a correção das irregularidades lavrando o respectivo auto de interdição e auto de apreensão dos sacos de lixo plásticos ou de sacolas plásticas que estiverem em desacordo com a regulamentação pertinente;

IV) realizar quarta vistoria e, se for o caso, lavrar auto de infração considerando a reincidência e auto de apreensão dos sacos de lixo plásticos ou de sacolas plásticas e propor a cassação do alvará de localização e funcionamento do estabelecimento nos seguintes casos:

a) descumprimento do auto de interdição;

b) não terem sido tomadas as providências para a correção das irregularidades constatadas pela ação fiscal em até 3 (três) meses da interdição parcial ou total do estabelecimento;

c) quando constatado que após a cessação da interdição, o infrator voltou a praticar num período de até 2 (dois) anos.

§ 1º - Caso seja necessário, poderá ser solicitada nota fiscal de aquisição do material fiscalizado (sacos de lixo e sacolas ecológicos), para comprovação da autenticidade do produto.

§ 2º - Em se tratando de órgão e entidade do Poder Público, e não surtindo efeito a aplicação das penalidades administrativas cabíveis,

a fiscalização deverá encaminhar a documentação referente à ação fiscal realizada à Gerência de Fiscalização para instrução de ação judicial a ser proposta pela Procuradoria-Geral do Município, nos termos do § 9º do art. 6º do Decreto nº 14.367/11.

Seção III - Disposições Transitórias

Art. 6º - Fica permitida, pelo prazo improrrogável de 120 (cento e vinte) dias da publicação do Decreto nº 14.381/11, a utilização de saco de lixo e sacola confeccionados em material biodegradável que não atendam ao disposto do art. 4º do Decreto nº 14.367/11, ou seja, que não tragam a inscrição de forma clara e visível ao consumidor, com menção ao atendimento à NBR 15448-2:2008.

Art. 7º - Fica também permitida, pelo prazo improrrogável de 120 (cento e vinte) dias da publicação do Decreto nº 14.381/11, a utilização de sacola confeccionada em material reciclado.

Seção IV - Disposições Finais

Art. 8º - Faz parte desta Instrução o seguinte anexo:

ANEXO ÚNICO: MODELOS DE AUTOS

Art. 9º - Esta Instrução de Serviço entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 05 de maio de 2011

Pier Giorgio Senesi Filho
Secretário Municipal de Serviços Urbanos

ANEXO L – MODELOS DE AUTOS - USO DE SACO PLÁSTICO DE LIXO E DE SACOLA PLÁSTICA

1. MODELO DE NOTIFICAÇÃO

Notificação

Termos: Substituir o uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica pelo uso de saco de lixo ecológico e de sacola ecológica, conforme art.1º da Lei 9.529/08, regulamentado pelo art. 1º do Decreto 14.367/11.

Prazo: 30 dias.

Penalidades: Multa de R\$ 1.000,00 e de R\$ 2.000,00, em caso de reincidência; interdição total ou parcial da atividade, até a correção das irregularidades; cassação do alvará de localização e funcionamento com impedimento de obtenção de novo alvará de localização e funcionamento pelo prazo de 1 ano; apreensão simultânea às penalidades anteriores, nos termos do art. 4º da Lei 9.529/08, regulamentado pelo art. 6º do Decreto 14.367/11.

PRAZO PARA RECURSO: 15 (QUINZE) DIAS.

LOCAL, DATA E HORA

2. MODELO DE AUTO DE INFRAÇÃO

Auto de Infração

Infração: Não substituir o uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica pelo uso de saco de lixo ecológico e de sacola ecológica, após notificação nº _____, de _____.

DLT: art.1º da Lei 9.529/08, regulamentada pelo art. 1º do Decreto 14.367/11.

Penalidade: Multa de R\$ _____, de acordo com o art. 4º da Lei 9.529/08, regulamentado pelo art. 6º do Decreto 14.367/11.

PRAZO PARA PAGAMENTO DA MULTA: 30 DIAS.

PRAZO PARA RECURSO: 15 (QUINZE) DIAS.

LOCAL, DATA E HORA

3. MODELO DE AUTO DE INTERDIÇÃO

Auto de Interdição

Termos da Interdição: atividade ou estabelecimento acima identificado por infração ao art.1º da Lei 9.529/08, regulamentada pelo art. 1º do

Decreto 14.367/11 - não substituir o uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica pelo uso de saco de lixo ecológico e de sacola ecológica - após auto de infração nº _____.

Lacres:

Penalidade: O descumprimento deste auto de interdição ensejará a cassação do alvará de localização e funcionamento nos termos do §7º do art. 6º do Decreto nº 14.367/11 que regulamenta o art. 4º Lei nº 9.529/08 e aplicação de multa no valor de R\$10.579,00 prevista no item 243 do Anexo I do Decreto nº 14.060/10 que regulamenta a Lei nº 8.616/03 além de medidas judiciais cabíveis.

4. MODELO DE AUTO DE INFRAÇÃO

(Descumprimento de auto de interdição)

Auto de Infração

Infração: Descumprimento ao auto de interdição nº _____ lavrado em ____/____/____.

DLT: Lei nº 8616/03 art. 317, §3º, acrescentado pela Lei nº 9.845/10.

Penalidade: Multa de R\$10.579,00, aplicada em dobro e em triplo nas reincidências, a cada 1 dia, conforme Lei nº 8.616/03, art. 317, alterada pela lei nº 9.845/10, regulamentada pelo Decreto 14.060/10, Anexo I, item 243.

PRAZO PARA PAGAMENTO DA MULTA: 30 DIAS.

PRAZO PARA RECURSO: 15 (QUINZE) DIAS.

LOCAL, DATA E HORA

5. MODELO DE AUTO DE APREENSÃO

Termo de apreensão

Pelo presente, fica o infrator certificado das apreensões abaixo discriminadas:

(quantidade) sacos de lixo plásticos e sacolas plásticas, conforme art. 6º, §1º do Decreto nº 14.637/11 que regulamenta a Lei 9.529/08.

Obs:“ O município não se responsabilizará pelos eventuais danos que possam ser causados aos bens do infrator, que sejam necessários ao fiel cumprimento dos atos de demolição, remoção e apreensão”

PRAZO PARA RECURSO: 15 (QUINZE) DIAS.

LOCAL, DATA E HORA

6. MODELO DE AUTO DE APREENSÃO DO ALVARÁ DE LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO

Termo de apreensão:

Pelo presente, fica o infrator certificado das apreensões abaixo discriminadas:

Apreensão do Alvará de Localização nº (_____) após a cassação do mesmo, que neste momento passa integrar o processo nº (_____) como folha (_____), conforme disposto no Art. 315, §1º da Lei 8.616/03, alterada pela Lei 9.845/09.

ANEXO M – ARTIGO ENVIADO PARA PUBLICAÇÃO.

UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A GESTÃO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS.

Anderson Batista de Faria *

Mestrando em Engenharia Ambiental pela UFSC. Administrador formado pela PUC Minas, Pós-graduado em Gestão de Pessoas pela PUC Minas.

Joel Dias da Silva

Doutor em Engenharia Ambiental pela UFSC. Bolsista do Programa Nacional de Pós-doutorado – PNPd MEC/CAPES e MCT/CNPq. Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da FURB – Universidade Regional de Blumenau e Instrutor Nível III do SENAI – Blumenau.

Armando Borges de Castilhos Jr.

Doutor em Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Professor Associado III do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. Pesquisador Nível II do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

*Endereço para correspondência: Rua Saraiva, n. 92, Bairro Rio Negro - Sabará (MG), CEP: 34700-000. E-mail: andersonbatista10@bol.com.br

RESUMO

A proposta do referido trabalho, foi identificar a abrangência dos impactos ambientais ocasionados em virtude do aumento expressivo na geração e disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Município de Belo Horizonte. Analisou-se ainda as conformidades exigidas através da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010. Dentro deste contexto buscou-se evidenciar a adoção de ações ordenatórias legais no gerenciamento da cadeia de resíduos sólidos urbanos na fase de pós-consumo. Para isso analisou-se a estrutura logística disponibilizada para a coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos da cidade. Os

resultados encontrados mostram que o Município de Belo Horizonte assim com outros municípios brasileiros apresenta falhas na gestão dos resíduos sólidos urbanos, não sendo observadas ações de cunho ambiental. Quanto as alternativas, do ponto de vista ambiental a redução na geração de resíduos sólidos e a reciclagem tem se mostrado viáveis

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos, consumo, descarte, coleta seletiva e impactos ambientais.

ABSTRACT

The purpose of this work was to identify the scope of the environmental impacts caused due to the significant increase in the generation and disposal of municipal solid waste in the city of Belo Horizonte. It was also analyzed the compliance required by National Policy on Solid Waste Law 12.305/2010. Within this context we sought to highlight the adoption of legal actions in ordering chain management of municipal solid waste in the post-consumption. For this we analyzed the logistics available for collection and disposal of municipal solid waste in the city. The results show that the Municipality of Belo Horizonte as with other municipalities in the flawed management of municipal solid waste, and there were no actions of environmental nature. As alternatives, the environmental perspective to reduce the generation of solid waste and recycling has proven viable

Keywords: Municipal solid waste, consumption, disposal, selective collection and environmental impacts

1 INTRODUÇÃO

Em uma sociedade onde prega-se o consumismo a todo o instante, não poderia se obter outro resultado se não a extração predatória de recursos da natureza. O consumo exacerbado de recursos naturais deixa marcas profundas no meio ambiente, as chamadas pegadas ecológicas, além de destruir muitos ecossistemas. O desenvolvimento é utilizado como forma de justificativa para tais práticas, portanto, a grande questão que assola a humanidade se refere a uma forma de conciliar desenvolvimento e preservação ambiental e como chegar ao desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento constante de tecnologias industriais deve ater-se não apenas em atender as necessidades sempre crescentes dos indivíduos tipicamente urbanos, que

cada vez mais aumentam suas taxas de consumo e conseqüentemente a geração de resíduos sólidos, mas acima de tudo deve garantir a sustentabilidade dentro do processo produtivo (MARQUEZ, 2008).

A atividade humana gera diariamente milhões de toneladas de resíduos sólidos, o resíduo urbano e industrial segue caminhos idênticos, indo parar, na maioria das vezes, em aterros sanitários. A palavra resíduo é originária do latim *residuum* ou *residere*, e significa ficar sentado no fundo, ou seja, o resto, sobra, borra ou sedimento, dando conotação ao termo utilizado atualmente, podendo ainda ser utilizada como sinônimo de resíduo sólido, que se origina do latim *lix*, e significa cinzas ou lixívia (BIDONE, 2001).

A maior parte dos resíduos sólidos urbanos do mundo é destinada a aterros sanitários que podem contaminar o solo e a água através da produção de líquidos tóxicos. Em alguns países os aterros controlados são constituídos de depósitos a céu aberto onde utiliza-se de um buraco no solo para o depósito do resíduo e cobertura do mesmo com terra, este tipo de sistema raramente é encontrado em países desenvolvidos, no entanto, são utilizados com grande frequência em países em desenvolvimento. Nestes depósitos conhecidos também como lixões, é comum a presença de crianças que trabalham e vivem da procura de restos de alimentos e de itens para reaproveitamento ou reciclagem. Nota-se claramente um percentual elevado de lixões e aterros controlados no Estado de Minas Gerais, aproximadamente 49% dos resíduos sólidos urbanos são enviados para estes locais, principalmente os da região norte. Na busca da regularização desta situação, o Governo de Minas, lançou em 2003 o programa Minas sem Lixões (FREIRE, 2009).

As questões ambientais vêm despertando cada vez mais interesse da sociedade, visto que a incidência de fenômenos tais como: chuvas fortes fora de época, mudanças de temperatura bruscas, destruição da camada de ozônio, crianças com problemas respiratórios, efeito estufa, ilhas de calor, etc., estão sendo relacionados às ações antrópicas no meio ambiente em decorrência de alterações geradas pelas indústrias, governos e sociedade em geral ao longo dos anos. Partindo-se destas evidências de causa e efeito, é possível afirmar que as agressões ao meio ambiente afeta diretamente a qualidade de vida da sociedade (MARQUEZ, 2008).

Normalmente não nos damos conta da quantidade de resíduos sólidos produzidos e fornecidos através de produtos e serviços disponibilizados pelo setor industrial. Grande parte dos indivíduos não

tem noção de que estes produtos e serviços correspondem a cerca de 98% dos resíduos sólidos do mundo à medida que são descartados (ANDRADE, 2008).

Pode-se dizer que o ser humano assim como os outros seres vivos, subtrai recursos do meio ambiente para garantir a sua sobrevivência, devolvendo ao meio as sobras. No sistema natural as sobras geradas pelos organismos são constituídas de restos que se decompõem e devolvem ao meio os elementos químicos que serão reaproveitados por outros seres vivos, estabelecendo desta forma um ciclo onde nada se perde, no entanto, isto não ocorre com as sobras provenientes das atividades humanas, ou seja, com os resíduos sólidos. Observa-se que na natureza o homem é a única espécie com capacidade de gerar resíduos que ninguém quer, diferente de outras espécies. Esta fala reflete a situação dos efeitos negativos provocados pela geração de resíduos no meio ambiente. (KIPPER, 2005).

Para Miller (2007) é denominado como resíduo sólido qualquer material que não possui mais utilidade, ou seja, tudo que é descartado, exceto os resíduos classificados como gás ou líquido. Ainda de acordo com o autor, na natureza não existe resíduo sólido, pois os resíduos de um organismo transformam-se em nutrientes para outros organismos.

A norma brasileira ABNT NBR: 10.004 denomina resíduos sólidos como provenientes de atividades da comunidade (industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição), quer em estado sólido ou semi-sólido. Esta definição abrange também os lodos advindos de estações de tratamento e de instalações de controle de poluição, bem como alguns líquidos que são considerados poluentes e não podem ser lançados na rede de esgoto ou em corpos de água, sem que passem por um sistema tecnológico de despoluição (ABNT, 2004).

Os resíduos de uma área urbana são constituídos por desde aquilo que vulgarmente se denomina resíduo (mistura de resíduos produzidos nas residências, comércio e serviços e nas atividades públicas, na preparação de alimentos, no desempenho de funções profissionais e na varrição de logradouros) até resíduos especiais, e quase sempre mais problemáticos e perigosos, provenientes de processos industriais e de atividades médico-hospitalares. (BRAGA *et al.*, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 001/86 é considerado impacto ambiental todas as modificações ambientais provocadas por ações do homem, sendo elas diretas ou indiretas. Estas ações geram mudanças de ordem física, química e biológica no meio ambiente e 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 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986).

Do ponto de vista econômico o resíduo sólido é considerado como uma matéria que não possui valor comercial para quem o descarta, uma vez que o preço de uso ou de troca é praticamente inexistente, ou ainda negativos para o indivíduo que o detém (BIDONE, 2001).

Desta forma pode-se considerar como resíduo toda matéria que exige do seu proprietário um custo econômico para se desfazer da mesma. No entanto deve-se observar que a condição de resíduo é uma situação que pode ser provisória, visto que as condições econômicas, tecnológicas e de informação podem interferir diretamente junto ao indivíduo que possui este resíduo. Outros fatores como os de cunho psicológico e social também desempenham um importante papel nas decisões referentes à manutenção ou descarte dos resíduos.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foram realizadas leituras e pesquisas bibliográficas abordando a questão da geração e destinação dos resíduos sólidos urbanos no Município de Belo Horizonte em Minas Gerais, bem como os impactos ambientais provocados pelo descarte inadequado destes resíduos. Foi realizada ainda uma análise qualitativa da adoção de práticas tais como adoção de políticas públicas voltas para a educação ambiental, a prática de coleta seletiva e subsídio para empresas de reciclagem.

2.1 População e amostra

Os dados obtidos na pesquisa foram gerados pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU). Para o levantamento de tais dados utilizou-se de consultas ao banco de dados da instituição. A organização do material refere-se à geração de resíduos sólidos na cidade de Belo Horizonte. A partir da consulta de documentos internos da instituição tais como: o relatório final de caracterização dos resíduos sólidos do Município de Belo Horizonte (2002) e o Relatório Anual de Atividade da Limpeza Urbana (2010) foi possível descrever a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Belo Horizonte.

A pesquisa realizada pela SLU ocorre a cada 10 anos e têm com critérios o recolhimento 100 amostras de resíduos sólidos domiciliares, levando-se em consideração a distribuição das 10 regionais existentes, conforme se observa na tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição das Amostras por Gerência de Limpeza Urbana

Gerência	Nº de Distritos	%	Número de Amostras por etapa				
			1ª	2ª	3ª	4ª	TOTAL
Barreiro	22	10,5	03	03	03	03	12
Centro	11	5,4	01	01	01	01	04
Leste	24	11,7	03	03	03	03	12
Nordeste	26	12,4	03	03	03	03	12
Noroeste	35	16,7	04	04	04	04	16
Norte	17	8,0	02	02	02	02	08
Oeste	23	11,0	03	03	03	03	12
Pampulha	21	10,0	03	03	03	03	12
Sul	12	5,7	01	01	01	01	04
Venda Nova	19	9,0	02	02	02	02	08
Total	210	100	25	25	25	25	100

Fonte: Adaptado da SLU, 2010.

Com base no resultado apresentado na análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Município de Belo Horizonte foi possível direcionar a pesquisa de forma a gerar um comparativo referente à evolução dos mesmos. Foram consultados ainda os dados disponibilizados pelo Censo Demográfico de 2010 com o objetivo de analisar os resultados referentes a abrangência dos serviços de coleta de resíduos sólidos nos municípios e a taxa de resíduos sólidos urbanos gerados.

2.2 Procedimento e análise de dados

A verificação da classificação gravimétrica e da composição física, química e microbiológicas dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Belo Horizonte segue a seguinte definição metodológica: para

a pesquisa são utilizados fundamentos estatísticos de amostragem estratificada proporcional, cuja premissa diz que toda fração identificável no conjunto-universo deve estar representada na composição amostral, nas mesmas proporções em que ocorre na escala real. Na tabela 2 é apresentada uma comparação referente aos valores médios relativos á composição média dos resíduos sólidos do Município de Belo Horizonte em comparação com a média brasileira.

Tabela 2: Composição média dos resíduos sólidos Brasil X BH.

Tipos de materiais presentes nos resíduos sólidos urbanos Brasil	Brasil % em peso	Belo Horizonte % em Peso
Borracha	0,3	0,4
Couro	0,1	0,2
Madeira	0,1	0,6
Matéria orgânica	52,5	64,4
Metais ferrosos	1,4	2,5
Metais não ferrosos	0,9	0,2
Papel e papelão	24,5	13,5
Plásticos	2,9	6,5
Trapos	0,2	1,5
Vidros	1,6	2,2
Outros	15,5	8,0
TOTAL	100	100

Fonte: Adaptado de CINTRA e NETO citados por FREIRE, 2009.

A separação e recolhimento das amostras são feitas em quatro etapas distintas, a intervalos trimestrais, sendo possível desta forma evidenciar as variação causadas por fatores sazonais que afetam a produção de resíduos sólidos urbanos (SLU, 2010).

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

3.1 Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

O Município de Belo Horizonte apesar de contar com uma abrangência de aproximadamente 95% do serviço de coleta de resíduos sólidos, não deixa de registrar casos de descarte irregular dos mesmos

(BELO HORIZONTE, 2008). Esta prática é mais comum em áreas de baixo poder econômico, onde é perceptível a ausência dos órgãos governamentais. No entanto, este tipo de situação não se restringe apenas as camadas da população menos privilegiadas, uma vez que vêm tornando-se comum o registro destas práticas em áreas nobres. Em ambos os casos fica nítido a falta de uma política de gerenciamento eficiente dos resíduos sólidos em determinadas áreas por parte do Município de Belo Horizonte. O correto gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, vem despertando a preocupação de toda a sociedade.

Ao analisar a tabela 3 é possível verificar uma evolução com relação ao destino dado ao resíduo dos domicílios urbanos e rurais no período de 1993 a 2008.

Tabela 3: Distribuição percentual por tipo de destino do resíduo e situação do domicílio. Brasil – 1992/2008

Ano	Distribuição percentual de moradores em domicílios particulares permanentes, por tipo de destino do resíduo (%).				
	Coletado	Queimado ou enterrado na propriedade	Jogado em terreno baldio ou logradouro	Jogado em rio, lago ou mar	Outro destino
Urbana					
1992	79,7	9,3	9,7	0,9	0,3
1993	83,2	8,1	7,8	0,7	0,2
1995	85,1	7,2	7,0	0,6	0,1
1996	86,1	6,0	7,1	0,7	0,2
1997	89,4	5,4	4,5	0,6	0,1
1998	91,4	4,5	3,6	0,4	0,1
1999	92,9	3,8	2,9	0,3	0,0
2001	94,3	3,3	2,2	0,2	0,1
2002	95,3	2,9	1,5	0,1	0,0
2003	96,0	2,6	1,3	0,1	0,0
2004	95,7	2,6	1,6	0,1	0,0
2005	96,6	2,2	1,1	0,1	0,0
2006	97,1	1,8	1,0	0,1	0,0
2007	97,6	1,5	0,8	0,1	0,0
2008	97,8	1,4	0,7	0,1	0,0
Rural					
1992	6,7	42,6	41,1	1,0	8,2
1993	7,8	47,6	39,7	0,8	4,0
1995	10,0	46,1	39,2	0,9	3,9
1996	11,8	46,8	36,5	0,8	4,0
1997	14,1	48,3	34,8	0,6	2,2
1998	16,7	47,5	32,4	0,7	2,7
1999	19,0	49,4	28,3	0,3	3,0
2001	14,8	58,6	23,2	0,3	3,1
2002	17,4	59,2	21,1	0,2	2,1
2003	19,3	58,1	20,8	0,2	1,6
2004	20,1	60,2	18,3	0,3	1,1
2005	22,7	60,3	15,6	0,2	1,2
2006	24,6	59,2	14,8	0,3	1,1
2007	26,8	60,1	11,8	0,1	1,2
2008	28,8	59,6	11,0	0,1	0,5

Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Com relação aos resíduos urbanos o percentual coletado abrange 97,8% dos domicílios o que é um número expressivo, há de se ressaltar, no entanto, que os 2,2% da população que não tem acesso ao serviço de coleta é composta por pessoas de baixa classe e que residem em áreas de risco, o que dificulta a disponibilidade do serviço. Nota-se ainda uma redução expressiva com relação aos descartes irregulares. No caso dos domicílios rurais os números são preocupantes principalmente em relação à prática de queima e aterro dos resíduos dentro das propriedades, uma vez que estas práticas apresentaram um aumento a partir do ano de 2001.

3.2 Manejo e coleta resíduos sólidos

Foi observado que a coleta de resíduo sólidos domiciliares está condicionada diretamente aos indicadores de infraestrutura da região, o pode que ser facilmente identificado nas áreas urbanas. De acordo com os dados divulgados pelo IBGE, nas áreas urbanas a abrangência deste tipo de serviço é elevada, com perspectivas de manutenção da taxa de crescimento deste tipo de serviço para a população destas regiões. (IBGE, 2010). No entanto, observa-se uma situação oposta nas zonas rurais, em virtude principalmente da maior dispersão das residências. Através da figura 1 pode-se notar uma evolução no número de domicílios urbanos e rurais atendidos com coleta de resíduo no Brasil nos últimos anos.

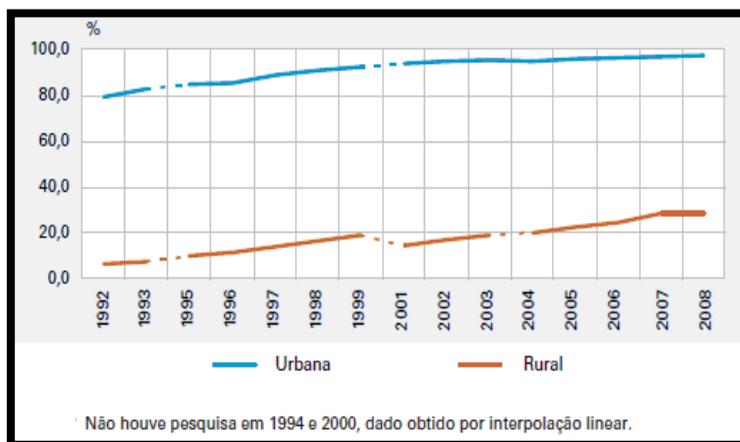


Figura 1: Percentual de moradores com acesso à coleta de resíduo
Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Apesar de apresentarem um crescimento constante, é visível a disparidade entre a disponibilidade do serviço de coleta nas áreas urbanas em comparação com as áreas rurais. Esta diferença, a princípio, pode ser justificada pela diferença do poder econômico dos grandes centros urbanos em comparação com os pequenos municípios que dispõem de recursos limitados para fazer a gestão dos resíduos.

Desta forma não se espera uma maior expansão deste tipo de serviço nestas localidades no curto prazo. Uma das alternativas encontradas por esta população é queimar ou enterrar o resíduo na sua propriedade. Outro fator que é utilizado para justificar a falta de disponibilidade do serviço de coleta em áreas rurais está relacionado às questões da baixa taxa de concentração das residências, visto que esta situação dificulta a logística de recolhimento e transporte dos resíduos para um local apropriado. Observa-se, porém que esta deficiência é extremamente danosa para o meio ambiente, uma vez que os resíduos gerados nas propriedades rurais acabam descartados de forma irregular.

3.3 transporte e transbordo dos resíduos sólidos

O transporte dos resíduos sólidos urbanos coletados no Município de Belo Horizonte é feito em caminhões especiais, os quais transportam geralmente, resíduos heterogêneos e biodegradáveis, para o Aterro Sanitário Macaúbas localizado na cidade de Sabará. Estes resíduos são compactados para melhor utilização volumétrica do transporte evitando ainda riscos de vazamentos de líquidos e maus odores. Na estação de triagem localizada no antigo aterro sanitário localizado na BR-040, é feito o transbordo quando necessário, buscando desta forma otimizar a logística. A figura 2 mostra o funcionamento da central de transbordo de resíduos sólidos, no antigo aterro sanitário.



Figura 2: Central de transbordo de resíduos.

Fonte: Belo Horizonte, 2012.

Para definir o dimensionamento correto dos equipamentos e dos veículos que fazem o recolhimento e transporte de resíduos é de extrema importância saber o peso específico médio do resíduo (BRASIL, 2006). Para tanto deve-se utilizar da seguinte equação:

$$\text{PEML} = \frac{\text{Peso líquido da amostra de resíduo (em kg)}}{\text{Volume total da amostra (em m}^3\text{)}} \quad (1)$$

Com relação ao funcionamento da central de transbordo de resíduos sólidos urbanos observou-se que não é realizada nenhuma triagem dos resíduos sólidos que são recebidos no local, sendo feito apenas o transbordo. Utilizando-se dos resultados apresentados na pesquisa de Vesilind e Morgan (2011), é possível afirmar que as estações de triagem também conhecidas como instalações de recuperação de materiais são importantes, visto que as mesmas são responsáveis por recuperar materiais através da separação dos resíduos residenciais mistos, encaminhado posteriormente estes materiais para o processo industrial. Durante o processo de separação dos resíduos utiliza-se de máquinas ou de trabalhadores de forma que os materiais mais valiosos possam ser separados e vendidos para indústrias de matérias-primas.

3.4 Reciclagem dos resíduos sólidos

Na figura 3 é possível verificar o percentual referente à participação das prefeituras, empresas e cooperativas / associações de catadores no montante de resíduos sólidos coletados para a reciclagem nos municípios mineiros. O que chama a atenção nos números apresentados é a parcela representada pelas cooperativas / associações que são responsáveis por 66% do resíduo sólido coletados para a reciclagem. O que demonstra a importância dos catadores no processo de recuperação destes materiais.

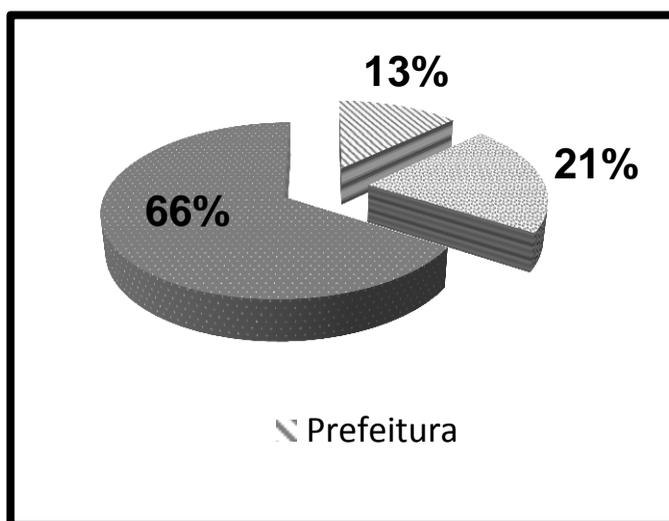


Figura 3: Percentual de materiais recicláveis coletados nos municípios mineiros.

Fonte: DELL'ISOLA, 2011.

Em Belo Horizonte as ações de reciclagem que são mobilizadas e apoiadas pela prefeitura abrange a coleta seletiva porta a porta, a coleta seletiva realizadas nos locais de entrega voluntárias (LVE's) e coleta de resíduos orgânicos em feiras e sacolões. No caso dos resíduos orgânicos, estes após coletados são enviados para a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040, onde é feito o processo de compostagem. A figura 4 retrata a evolução da coleta de resíduos orgânicos.

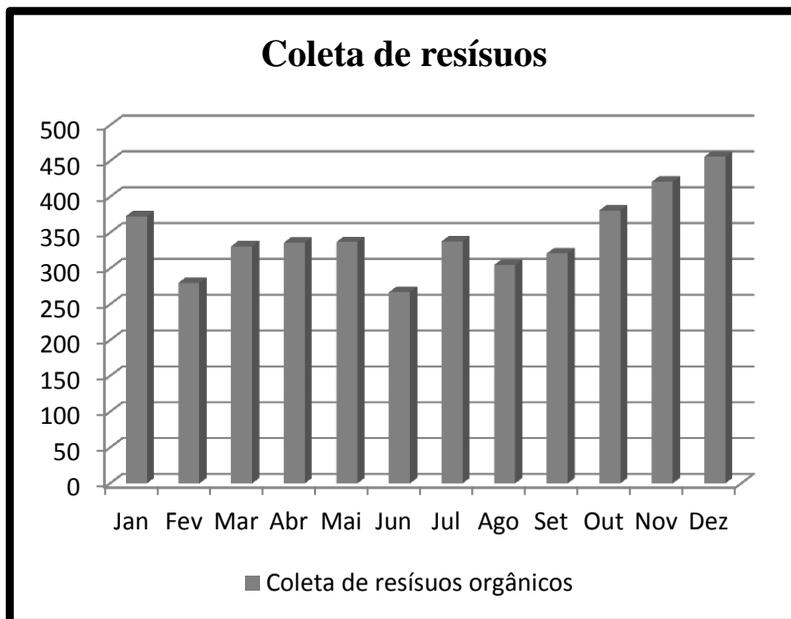


Figura 4: Resíduos orgânicos coletados pela prefeitura de Belo Horizonte (t).

Fonte: Adaptado da SLU, 2010.

É importante ressaltar, no entanto, que estas ações são tímidas e pouco abrangentes, tornando estes serviços restritos a uma pequena parcela da população. Ficando evidente desta forma a ineficiência do poder público no que tange a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Investir esforços na coleta seletiva proporciona vários benefícios, uma vez que o processo de separação dos resíduos na fonte proporciona várias vantagens em comparação com o método de triagem uma vez que ele gera menos poluição do ar e da água, reduz os custos operacionais, além de economizar energia e gerar mais empregos, possibilita também um ganho maior na revenda dos materiais recicláveis, contribuindo ainda com um importante agente educacional a respeito da importância da redução, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos. Na figura 5 é possível evidenciar o montante de resíduos sólidos recolhidos por associações e cooperativas de catados no Município de Belo Horizonte.

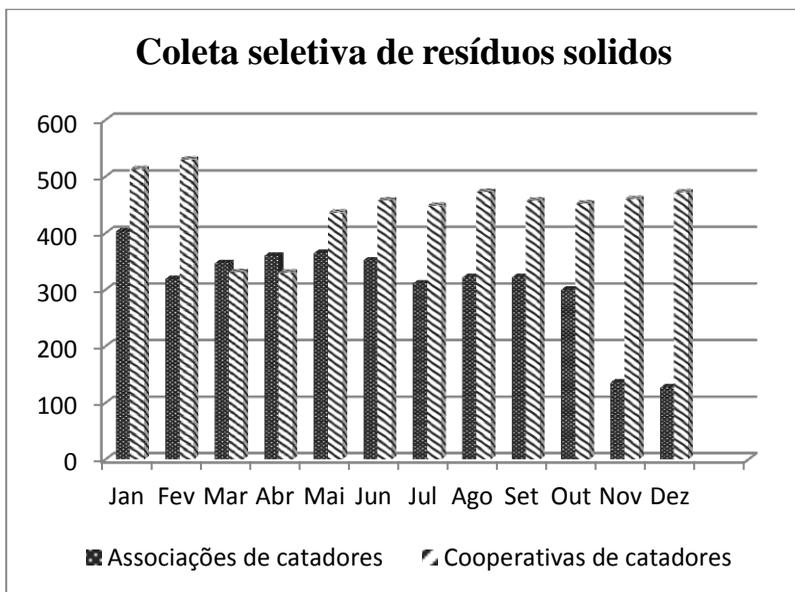


Figura 5: Montante de resíduos sólidos coletados por associações e cooperativas de catadores (t).
 Fonte: Adaptado da SLU, 2010.

Pode-se afirmar desta forma que a ineficiência do poder público de certa forma é acaba sendo suprida graças ao trabalho desenvolvido por estas associações e cooperativas, que indiretamente assumem a responsabilidade pela recuperação de materiais recicláveis.

4 CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível analisar e evidenciar as ineficiências existentes no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do Município de Belo Horizonte, o que desperta certa preocupação, visto a ausência de políticas ambientais mais robustas por parte do poder público, quanto às questões envolvendo a geração e destinação de resíduos sólidos urbanos.

Observou-se ainda que a geração de resíduos sólidos tornou-se um problema de grandes proporções para os municípios brasileiros. No entanto, a adoção de outras formas de gestão poderia ser utilizada para reduzir a geração de resíduos e os consequentes impactos ambientais gerados pelos mesmos. Neste caso seria necessário acionar as indústrias

de forma que estas interajam com complexas teias de trocas de recursos. Através desta interação, os rejeitos de uma indústria se tornam matéria-prima para outra indústria, o que se assemelha às teias alimentares nos ecossistemas.

Em conjunto com esta ação é necessário investir em projetos de educação ambiental, na coleta seletiva e em subsídios para às associações e cooperativas de catadores de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rafael Medeiros de. **Globalização e gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: utilização de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Inventário municipal de emissões de gases de efeito estufa**. 2009. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br/smpl/PUB_P015/Relat%C3%B3rio+Final+Gas+es+Estufa.pdf>. Acesso em: 18 set. 2011.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Plano municipal de saneamento de Belo Horizonte 2008/2011**. 2008. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br/comunicacao/pdfs/politicaurbana/plano_municipal_saneamento/PMS2008_texto.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2011.

BIDONE, Francisco Antônio. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais**: eliminação e valorização. S.l.: Prosab, 2001. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabbidonefinal.pdf>> Acesso em: 18 set. 2011.

BRAGA, Benedito *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Orientações técnicas para apresentação de projetos de resíduos sólidos urbanos**. Brasília: Funasa, 2006. 45 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n. 001/86 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre diretrizes para o levantamento de impactos ambientais em empreendimentos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 05 fev. 2012.

DELL'ISOLA, José Alexandre. Análise de informações sobre saneamento: resíduo sólido no Estado de Minas Gerais. **Revista Resíduos em Referência**, n.2, p.27, jun 2011.

FREIRE, Gerson José de Mattos. **Análise de municípios mineiros quanto à situação de seus lixões**. Belo Horizonte. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/modelagem/dissertacoes/gersonfreire.pdf>> Acesso em: 26 mar. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 11 out. 2010.

KIPPER, Liane Mählmann. **Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos**. 2005. 241f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MARQUEZ, Ludimila Novais. **Diagnóstico preliminar e análise dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Tupaciguara – MG**. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_LudimilaNovaisMarques.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

MILLER; G. Tyler. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 501 p.

VESILIND, P. Aarne; MORGAN, Susan M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 456 p.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (MG). **Relatório Anual de Atividades da Limpeza Urbana 2010**. Belo Horizonte. 2010. 68 p.