

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

WILLIAN FERRAZ DE JESUS

**CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL
IMPOSTAS PELA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E
IDENTIFICAÇÃO DE SEUS PRINCIPAIS ASPECTOS E POTENCIAIS
IMPACTOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**LONDRINA
2013**

WILLIAN FERRAZ DE JESUS

**CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL
IMPOSTAS PELA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E
IDENTIFICAÇÃO DE SEUS PRINCIPAIS ASPECTOS E POTENCIAIS
IMPACTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2,
do Curso Superior de Engenharia Ambiental da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Câmpus Londrina.

Orientador: Prof. Marco Antônio Ferreira

LONDRINA

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

Caracterização das Formas de Destinação Final Impostas pela Política Nacional
de Resíduos Sólidos e Identificação de seus Principais Aspectos e Potenciais
Impactos

por

Willian Ferraz de Jesus

Monografia apresentada no dia 10 de Setembro de 2013 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Marcelo Eduardo Freres Stipp
(UTFPR)

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
(UTFPR)

Prof. Dr. Marco Antônio Ferreira
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

RESUMO

JESUS, Willian Ferraz. Caracterização das Formas de Destinação Final Impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e Identificação de seus Principais Aspectos e Potenciais Impactos. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental. UTFPr. Londrina, 2013.

A geração e disposição final dos resíduos sólidos urbanos é hoje um dos maiores problemas da sociedade moderna. Após 21 anos de discussões, finalmente foi aprovada e sancionada a Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e apresentou diretrizes e metas para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos. Frente a este cenário, este trabalho teve por objetivo caracterizar as principais formas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos preconizada pela Política Nacional, ao mesmo tempo que buscou identificar os aspectos relacionados e classificá-los em sociais, econômicos e ambientais, interpretando os potenciais impactos. Para tanto foi realizada revisão de literatura que contou com a pesquisa em bancos de dados científicos e literaturas complementares de livros técnicos. Verificou-se que, embora as melhorias com a implantação da PNRS possam ser significativas, ainda são muitos os desafios a serem vencidos. Constatou-se que os aspectos mais relevantes são os sociais e econômicos e que a maioria dos impactos podem ser positivos, desde que o sistema integrado de gestão de resíduos sólidos seja planejado, implantado, mantido e operado de forma eficiente, através da participação de todas as partes envolvidas no processo, o que poderá levar muito tempo, já que isto depende das mudanças culturais.

Palavras-Chave: Política Nacional de Resíduos Sólidos, Gestão Integrada de Resíduos, Compostagem, Destinação Final de Resíduos, Sistema de Coleta Seletiva.

ABSTRACT

JESUS, Willian Ferraz. Caracterização das Formas de Destinação Final Impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e Identificação de seus Principais Aspectos e Potenciais Impactos. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental. UTFPr. Londrina, 2013.

The generation and disposal of solid waste is now one of the biggest problems of modern society. After over 21 discussions, was finally approved and sanctioned the Law 12.305/2010 which instituted the National Policy on Solid Waste and presented guidelines and targets for the integrated management of municipal solid waste. Within this framework, this study aimed to characterize the main forms of treatment and disposal of solid waste policy advocated by Citizenship, while sought identification aspects and classify them into social, economic and environmental potential interpretando impacts. For this literature review was conducted which included research in scientific databases and literatures complementary technical books. It was found that, although improved with the implementation of PNRS may be significant, there are still many challenges to overcome. It was found that the most relevant are the social and economic, and that most of the impacts can be positive, since the integrated solid waste management is planned, implemented, maintained and operated efficiently, through the participation of all parties involved in the process, which can take a long time, since this depends on the cultural changes.

Keywords: Citizenship Policy Solid Waste, Integrated Waste Management, Composting, Final Disposal of Waste, Waste Recycling System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Central de Compostagem.	14
Figura 2 - Lixiviado em tanque de armazenamento.....	16
Figura 3 - Evolução da Temperatura ao longo da Compostagem.....	17
Figura 4 - Massa orgânica em processo de aeração.	18
Figura 5 - Despejo a céu aberto (Lixão).	20
Figura 6 - Construção de um aterro sanitário.	21
Figura 7 - Método de Trincheira para aterro sanitário.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesquisa para Composição da Revisão de Literatura.....	5
Tabela 2 - Classificação de Aspectos da PNRS.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. JUSTIFICATIVA.....	5
4. MÉTODO DE PESQUISA.....	5
5. REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
5.1. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	7
5.2. GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	9
5.3. COLETA SELETIVA	11
5.4. COMPOSTAGEM	13
5.5. DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	19
5.6. ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	22
6. RESULTADO	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
8. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O cenário ambiental brasileiro encontra-se em um processo de percepções e mudanças em busca da integração entre economia, sociedade e meio ambiente, bases do desenvolvimento sustentável, conforme explica Teixeira (2013).

Não é difícil assistir a um noticiário, ou ler uma coluna de jornal ou revista referenciando algum assunto ambiental: a tramitação de uma nova lei ou resolução para aprovação, invenção de novas tecnologias para economia de energia ou preservação de recursos naturais, ou ainda, de um modo mais constante, reclamações por parte da população quanto alguma alteração das condições normais na região de seu entorno de vivência.

Estas alterações se dão, dentre outras coisas, devido a inserção de poluentes no meio, gerando problemas significativos. Por exemplo, a geração, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos constituem um dos principais problemas atuais da sociedade.

Bidoni (1999) e Neto (2007) afirmam que o volume de resíduos gerados, das mais diversas naturezas, em áreas urbanas tem crescido, determinando um processo contínuo de deterioração sócio-ambiental.

De fato, isto se verifica. No artigo publicado por Campos (2012), em que o mesmo analisa a evolução da renda e da geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos no Brasil, constatou-se que a geração de resíduos tem crescido mais do que a própria população e o Produto Interno Bruto (PIB) do país, em 2002 a média era de 0,75 Kg/Hab.Dia, já em 2009 a média chegou a 0,96 Kg/Hab.Dia.

A evolução dos números e sua influência nas esferas econômica, social e ambiental é tão impactante, que Calderoni (2003) chega a questionar a disponibilidade de espaços físicos para a destinação de “tanto lixo”.

Outro agravante da situação, é o fato de que estes resíduos variam de acordo com a sua fonte, ou atividade geradora, influenciados por fatores econômicos, sociais, geográficos, educacionais, culturais, tecnológicos e legais (JUNIOR *et al*, 2006).

Neto (2007) e Bidoni (1999) informam que a composição física dos resíduos sólidos urbanos distribue-se em matéria orgânica, papel, papelão, trapos, couro,

plástico duro, plástico mole, metais ferrosos, metais não-ferrosos, vidro, borracha, madeira e outros.

Desta composição, cerca de 60% constitui-se de matéria orgânica que, em contato direto com o meio, degrada-se facilmente, enquanto os materiais restantes desta composição, dependendo do tipo, chegam a levar milhares de anos para se decompor (GODOY, 2013).

A principal forma de destinação final vigente no Brasil ainda é o lançamento a céu aberto (IBGE, 2012), ou seja, são simplesmente descarregados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, torna-se provável a proliferação de vetores, geração de maus odores, poluição das águas superficiais e subterrâneas, além da falta de controle da composição dos resíduos descarregados (BIDONI, 1999).

Deste modo, verifica-se quão potencialmente impactante é a problemática resultante da contínua geração de resíduos sólidos dentro dos aglomerados urbanos.

Procura-se, de forma geral, atribuir o aumento na geração de resíduos e o conseqüente problema já exposto a pelo menos quatro fatores.

Primeiro, os modos de produção do sistema capitalista, advindos da Revolução Industrial ocorrida no Séc XIII. Por este aspecto, Neto (2007) cita o desenvolvimento industrial como a produção de bens de consumo com baixa vida útil.

Segundo, o rápido crescimento populacional observado nas últimas décadas. Este, acompanhado de aspectos que variam de acordo com o nível de desenvolvimento econômico de uma determinada região.

Bidoni (1999) já atribuía ao aumento da geração de resíduos nas áreas urbanas o aumento do poder aquisitivo das populações. Justifica ainda, que grande parte da migração da população da área rural para os centros urbanos ocorre, dentre outros fatores, ao usufruto de melhores serviços públicos como saúde e educação.

Terceiro, os atuais padrões de consumo da sociedade atual, caracterizado pela constante atualização de bens materiais e a busca pelo “status” social. Este terceiro fator, pode ser interpretado como conseqüência dos dois últimos, quando

analisa-se a interação entre os novos métodos de produção em massa e o conglomerado social em busca de melhorias na qualidade de vida.

Todos estes fatores unem-se a um quarto, a falta de políticas públicas eficazes para a amenização dos problemas, dando origem, então, à problemática dos resíduos sólidos urbanos.

Com vistas à amenização destes problemas, em 2 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei N° 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, após 21 anos de negociações e ampla participação social. Apresentou diretrizes relativas à gestão integrada destes resíduos, e passou a atuar mutuamente com a norma brasileira NBR 10.004/2004 que institui a classificação dos mesmos.

As diretrizes dispostas pela Lei 12.305, a princípio, buscam traduzir as tendências e expectativas defendidas por estudiosos da área, ao introduzir o conceito de gestão integrada dos resíduos.

Neto (2007), afirma que, as técnicas de gerenciamento para o planejamento integrado devem visar ações de minimização, reciclagem e reaproveitamento.

Junior et al (2003) defende que o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve ser integrado, englobando etapas articuladas entre si, com participação ativa e cooperativa de governos, iniciativa privada e sociedade civil organizada, desde a não geração, até a destinação final ambientalmente adequada.

Já Bidoni (1999) acredita que A solução, é definida através de um programa de gerenciamento geral de resíduos, com ênfase a redução na fonte, reutilização e reciclagem, com efetivo aproveitamento, e que as propostas devem ser maleáveis, respaldadas em princípios de educação ambiental e técnicas ambientalmente corretas.

Em outras palavras, a gestão integrada dos resíduos sólidos inclui todas as ações voltadas à busca de soluções, incluindo toda a sociedade, articulando as diversas formas de gestão em busca de melhor eficiência econômica, ambiental e social.

Um dos principais instrumentos da Política Nacional é o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece diretrizes e metas essenciais à gestão de resíduos sólidos no Brasil. Este plano instituiu metas a serem cumpridas, em sua maior parte, até 2014.

A meta mais ousada, e a de maior impacto num primeiro momento, é a eliminação dos lixões (TEIXEIRA, 2013). Além disso, outras metas importantes foram estipuladas como a redução de resíduos recicláveis secos e a redução dos resíduos sólidos urbanos úmidos dispostos em aterros.

As diretrizes para tais metas estão baseadas em ações de incentivo à reciclagem com a inclusão social dos catadores de materiais recicláveis e fortalecimento das cooperativas e associações de catadores, induzir a compostagem e o aproveitamento energético do biogás.

Verifica-se que, com a implantação da Lei 12.305, o panorama geral do tratamento de resíduos sólidos urbanos tende a ter um sistema integrado, composto por um sistema de coleta seletiva, com intensa participação social e governamental, sistema de compostagem de resíduos orgânicos, e disposição final de rejeitos inertes em aterros sanitários.

Estando estas propostas sendo intensamente discutidas ao longo de todo o processo da 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente, surge a questão problema desta pesquisa: quais serão os potenciais impactos positivos e negativos gerados pelo sistema integrado de gestão de resíduos sólidos urbano

2. OBJETIVOS

➤ GERAL

Analisar os potenciais impactos positivos e negativos gerados por um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos urbanos.

➤ ESPECÍFICOS

- Caracterizar as formas de tratamento e destinação final preconizadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Identificar os aspectos relativos às formas de tratamento e destinação final caracterizadas.
- Sintetizar os resultados em impactos econômicos, sociais e ambientais, positivos ou negativos.

3. JUSTIFICATIVA

➤ TEÓRICA

São escassos os estudos junto a base de dados científicas que analisam os potenciais impactos positivos e negativos gerados por um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Atualmente os textos se limitam a descrever como funciona e como deve ser planejado o sistema, talvez pela falta de sistemas deste tipo estabelecidos de forma concreta antes da publicação da Lei 12.305.

➤ PRÁTICA

A Política Nacional do Meio ambiente exige que todos os lixões sejam encerrados em todos municípios brasileiros até agosto de 2014. Para tanto, sistemas integrados de gestão de resíduos sólidos deverão ser implantados.

Deve-se antecipar os potenciais impactos do sistema de forma organizada e estruturada.

4. MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa para compor revisão de literatura foi realizada de acordo com as informações apresentadas pela Tabela 1.

Tabela 1 – Pesquisa para Composição da Revisão de Literatura

Palavra – Chave Pesquisada	Base de Dados	Critério de Escolha	Nº de Artigos
Urban Landfill	Scopus	Relevancia do Tema	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	12
Urban Solid Waste	Scopus	Relevancia do tema	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	11
Organic Waste Composting	Scopus	Relevancia do Tema	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	4
Urrban Organic Waste Composting	Scopus	Número de citações	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	0
Municipal Solid Waste composting	Scopus	Número de citações	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	1

Palavra – Chave Pesquisada	Base de Dados	Critério de Escolha	Nº de Artigos
Urban Collection Waste	Scopus	Relevancia do tema e número de citações	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	4
Selective Collection System	Scopus	Relevancia, limitado por ciencias ambientais	20
	Scielo	Índice SJR e Relevancia do Tema	1
Política Nacional de Resíduos Sólidos	Capes Periódicos	Relevancia do Tema	3
Total			175

Vele ressaltar, que não foram utilizados para compor o corpo do texto todos os estudos abordados pela Tabela 1, a mesma apenas informa o número de artigos selecionados para realização da pesquisa, sendo o número de autores citados ao longo do texto em menor quantidade. Utilizou-se, ainda, literatura complementar de livros técnicos, relatórios, reportagens e informações coletadas em eventos atuais sobre o assunto.

Para cracterizar as formas de tratamento e destinação final preconizadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, as informações citadas ao longo do texto procuraram responder as seguintes perguntas:

- O que é?
- Como funciona e/ou é construído e/ou operado?

Para Identificar os aspectos relativos às formas de tratamento e destinação final caracterizadas, foram analisados problemas de pesquisa, componentes da revisão de literatura, relativos a cada uma das formas de tratamento e destinação final.

Para compor os resultados, os aspectos identificados foram classificados em sociais, econômicos e ambientais. Com isto, foi possível interpretar os potenciais impactos, fossem negativos ou positivos, dentro das três esferas analisadas e gerar discussão técnica sobre os mesmos.

Os resultados são apresentados em tabelas para facilitar a interpretação e acompanhamento das descrições por parte dos leitores. Para comparação integrada entre os impactos, utilizou-se a metodologia adotada por Sanchez (2006) através de uma Matriz de Aspectos e Impactos, utilizada no processo de avaliação de impactos nos mais variados projetos.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei Federal N° 12.305, de 02 de agosto de 2010. Segundo Teixeira (2013, p. 10) “após 21 anos de negociações e ampla participação social”.

A discussão em torno desta política marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo a União, estados e municípios, o setor produtivo e a sociedade civil, na busca de soluções para os problemas causados pela gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos, que compromete a qualidade de vida da população (Teixeira, 2013).

A PNRS, em seu artigo 1º, evidencia os seus propósitos: disciplinar a gestão integrada dos resíduos sólidos, fazendo uso de princípios, objetivos e instrumentos que a viabilizem, atribuindo responsabilidade aos geradores, ao poder público e às pessoas físicas ou jurídicas responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão de resíduos sólidos.

A gestão integrada inclui todas as ações voltadas à busca de soluções para os resíduos sólidos, incluindo os planos nacional, estaduais, microregionais, intermunicipais, municipais e os de gerenciamento.

Uma das principais iniciativas para a implementação da política foi a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que contempla os diversos tipos de resíduos gerados, as respectivas alternativas de gestão e gerenciamento, bem como metas para diferentes cenários, programas, projetos e ações correspondentes (TEIXEIRA, 2013).

Dentre as principais metas do Plano Nacional estão:

- **Erradicação e reabilitação de lixões:** para atingir estas metas estão previstos a elaboração de estudos e projetos relacionados com a implementação da coleta seletiva, apoio aos municípios na constituição e operacionalização de Consórcios Públicos e apoio à formalização de cooperativas de catadores de

materiais recicláveis com capacitações e equipamentos adequados para o trabalho.

- **Induzir a compostagem e o aproveitamento energético do biogás gerados nos aterros sanitários:** para cumprir o estabelecido pela diretriz, está previsto a disponibilização de recursos financeiros e incentivos fiscais para a compostagem e biodigestão, promoção de desenvolvimento tecnológico para ambas formas de tratamento e incentivo a compostagem domiciliar e de grandes geradores.

Ao realizar uma avaliação de viabilidade preliminar de atendimento a estas metas, percebe-se que muitas dificuldades poderão se impor para tais ações. Por exemplo, no que diz respeito à implantação de sistemas de coleta seletiva no auxílio à viabilização da erradicação e reabilitação dos lixões, Monteiro *et al* (2013) avaliou a implantação da coleta seletiva em Santa Maria, cidade com aproximadamente 262 mil habitantes, como ferramenta da PNRS.

O autor constatou que a sociedade em geral apresenta relutância em aderir à questão da separação doméstica do lixo, além do programa implantado sofrer com a falta de incentivos, falta de auxílio logístico e intelectual, conscientização da população quanto à importância ambiental da coleta seletiva e a valorização do trabalho dos catadores.

Quanto a constituição e operacionalização de Consórcios Públicos, Madeira *et al* (2013) afirma que as características jurídicas desse instrumento podem facilitar a eficiência na prestação de funções públicas e torna-se um importante instrumento de controle social, pois aproxima a população com as instâncias de decisão.

Vale lembrar que o consórcio público pode ser entendido como uma modalidade contratual entre duas ou mais pessoas, com o interesse de agirem conjuntamente em busca de um objetivo comum. No caso da PNRS a construção de aterros sanitários em áreas estratégicas para atender a destinação final ambientalmente adequada de dois ou mais municípios.

Embora muitas sejam as novas propostas, Bernardes (2013) observa dificuldade de efetivação da lei a partir de premissas históricas, culturais e legais. O autor faz uma reflexão sobre o tímido avanço na questão dos resíduos sólidos frente à formação da sociedade moderna de consumo, imerso em uma ética de descartabilidade e sem estímulos objetivos para participar do compartilhamento da

responsabilidade proposta. Isto gera uma possível "ineficácia em face de fatores que parecem andar na contramão daquilo que se busca solucionar" (Bernardes, 2013, p.196).

A PNRS está aliada à não geração e redução do consumo. Entretanto, a política não enfrenta a questão do consumo de forma aprofundada, mas de certa forma estimula o mesmo, ainda que de materiais recicláveis. A lei não atinge o âmago do problema, que está vinculado à lógica do consumo e da descartabilidade desenfreados.

Uma análise inicial leva a crer maiores incentivos às indústrias, importadores, comerciantes e ao poder público, enquanto boa parte do problema está concentrado na geração pós consumo nos domicílios (BERNARDES, 2013).

Mesmo sendo ambientalmente saudável a utilização de produtos reciclados, os mesmos passam a ser um produto do sistema capitalista, meios para a continuidade da produção e consumo de bens. Passa a ser essência do sistema de mercado.

Deste modo, as diretrizes estão mais direcionadas ao mercado produtivo. Embora exista o estímulo à reciclagem e a reutilização, bem como o transporte e descarte adequado, os consumidores não aparecem como beneficiários diretos de quaisquer estímulos oriundos dos princípios da PNRS.

5.2. GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos é um método de gerenciamento que exige articulação e integração entre os sistemas político, empresarial e da sociedade civil organizada para a superação de fatores restritivos ao equacionamento da problemática dos resíduos sólidos urbanos (JUNIOR, 2006).

Em grande parte dos municípios, esta situação é precária. Junior (2006), afirma que priorizam-se, muitas vezes, como metas a serem atingidas a curto prazo, a implementação de procedimentos e tecnologias corretivas a fim de assegurar a saúde da comunidade e minimizar os impactos negativos associados ao manejo e disposição inadequada dos resíduos, sem no entanto proporcionar uma solução definitiva.

Já, as metas propostas para médio e longo prazo, em geral, visam obter os meios técnicos e financeiros necessários para executar programas de caráter preventivo da poluição.

Entretanto, a gestão integrada proposta pela Política Nacional de Resíduos Sólidos inclui todas as ações voltadas à busca de soluções para os resíduos sólidos, não somente ao controle da poluição.

Os planos de gestão devem tratar de questões como coleta seletiva, reciclagem, inclusão social e participação da sociedade civil durante a elaboração, implementação e monitoramento, estabelecendo, inclusive, meios de controle e fiscalização da sua implantação e operacionalização. (TEIXEIRA, 2013)

Exemplos de implantação de sistemas integrados de gestão já podem ser vistos em outros países.

No México, em um dos campus da Universidade Autônoma Metropolitana, foi implantado um sistema integrado de gerenciamento de resíduos que consistia em separar os mesmos em dois tipos: recicláveis e outros materiais. Para que o programa desse resultados, foi necessário atividades específicas de conscientização para a participação efetiva de todos os envolvidos no processo (ESPINOSA *et al*, 2012).

Na Índia, Sudhir *et al* (1996) afirma que para o desenvolvimento sustentável de um gerenciamento integral de resíduos deve contar com a interatividade e conscientização entre os vários atores do processo.

O sistema de gerenciamento integrado deve contar com a existência de uma estrutura organizacional que forneça o suporte necessário ao desenvolvimento das atividades, abrangendo vários subsistemas com funções diversas, como de planejamento estratégico, técnico, operacional, gerencial, recursos humanos, entre outros.

De forma a verificar as possibilidades de atendimento ao pleno funcionamento de um sistema de gestão integrada, Santiago e Dias (2012) elaboraram uma matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e a forma de sua construção. A matriz possui 6 dimensões de sustentabilidade: política, tecnológica, econômica/financeira, ambiental/ecológica, conhecimento e inclusão social. Para o autor, a matriz é uma

importante ferramenta, que permite uma visão sistêmica dos fatores envolvidos, conforme os princípios e objetivos da PNRS.

Com este instrumento os gestores públicos poderão planejar ao longo do tempo ações nas etapas de coleta, transporte, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e de rejeitos gerados. Além disso, a sociedade poderá ter informações e avaliar os serviços públicos.

Quando existe um sistema integrado, ocorre a descentralização da tomada de decisões, onde cada setor possui a autonomia de tomar as melhores decisões de acordo sua capacitação, sem, no entanto, interferir nos objetivos gerais do sistema que, trabalhando em conjunto, atingem as metas estabelecidas previamente.

5.3. COLETA SELETIVA

A coleta seletiva configura-se em uma das alternativas para a solução de parte do problema de destinação dos resíduos sólidos urbanos. Possibilita o melhor reaproveitamento dos materiais recicláveis e da matéria orgânica.

Bringhenti (2004, p.21) define a coleta seletiva como:

“Etapa de coleta de materiais recicláveis presentes nos resíduos sólidos urbanos, após sua separação na própria fonte geradora, seguido de seu acondicionamento e apresentação para coleta em dias e horários pré-determinados, ou mediante entrega em Postos de Entrega Voluntária (PEVs), em Postos de Troca, a catadores, sucateiros e entidades beneficentes”.

Os demais materiais, não reaproveitáveis, chamados de rejeitos, quando inseridos em um planejamento de gestão integrada devem encontrar destinação adequada nos aterros sanitários.

A coleta seletiva é uma atividade relativamente recente no Brasil e ainda não faz parte da rotina da grande maioria dos sistemas de limpeza pública municipais, normalmente sendo implantada e operada na forma de programa específico.

Lima (2007) já informava que a adequada gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos no país constituía um grande desafio a ser conquistado pelo poder público e pela sociedade.

Os sistemas de coleta seletiva do país tem sido utilizados com maior ênfase em três modalidades, conforme descrito por Bringhenti (2004):

- Coleta Seletiva em Postos de Entrega Voluntária: o próprio gerador desloca-se até um posto de entrega e deposita o material reciclável, previamente triado, em recipientes diferenciados por tipo de materiais.
- Coleta Seletiva Porta a Porta: o material reciclável, previamente segregado por tipo ou não, acondicionado e apresentado à coleta pelo gerador é coletado por veículos dimensionados para realizar tal tarefa, ainda, na porta da residência do contribuinte
- Coleta Seletiva por Trabalhadores Autônomos da Reciclagem: um grupo de trabalhadores autônomos, em geral apoiado e/ou gerenciado por uma organização de caráter social, com ou sem apoio logístico do poder público, recolhe o material reciclável disposto em via pública, oriundo de domicílios, ou gerados em estabelecimentos comerciais, de serviços ou em indústrias, utilizando-se, normalmente, carrinhos de tração manual.

Os materiais coletados, por qualquer um dos tipos de coleta seletiva apresentados, são posteriormente encaminhados para os barracões de triagem, onde estes são separados por tipo, e preparados para posterior venda à empresas que atuam na reciclagem destes materiais.

Em alguns casos , a administração municipal, visando fomentar a inserção social de população de rua e pessoas desempregadas, ou mesmo dos catadores de lixo, apóia tais organizações. Para tanto, aloca recursos logísticos e infraestrutura necessária para a operacionalização da coleta e triagem de materiais, sendo todo o recurso gerado revertido para a geração de renda destes trabalhadores.

De fato, Ferreira et al (2012) ressalta a importância da coleta seletiva não somente pelas questões ambientais, pois visa melhorias econômicas e sociais daqueles envolvidos no processo, visto que a coleta de materiais recicláveis surgiu da necessidade de gerar recursos para famílias de baixa renda.

5.4 COMPOSTAGEM

Segundo Nunes (2009, p. 13) a compostagem é:

“uma técnica para obter a estabilização ou humificação da matéria orgânica, realizada através da transformação do resíduo orgânico numa matéria estável (composto), resistente à ação fermentativa de microrganismos, sendo que esta transformação ocorre por ação destes”.

Para Godoy (2013, p. 1):

“Processo biológico de decomposição e de reciclagem da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal formando um composto, (...) propiciando um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e melhorando a estrutura dos solos, (...) tendo como resultado final um composto orgânico que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente”.

Por sua vez, Barros (2011) descreve a compostagem como um processo de biotransformação biológica aeróbia da matéria orgânica, que depende de alguns fatores ambientais como aeração, umidade controlada, equilíbrio de nutrientes, principalmente da relação carbono/nitrogênio, e das condições físicas do meio, principalmente a granulometria.

Na prática, isso significa que a partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos), o composto formado no processo, é um insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos.

A Figura 1 apresenta a imagem aérea de uma central de compostagem.



Figura 1 - Central de Compostagem.
Fonte: Conpacel, 2009

O sistema de compostagem apresentado pela Figura 1 utiliza-se de restos orgânicos provenientes do corte de madeira utilizada para a produção de papel e celulose. Entretanto, o mesmo se aplica a resíduos orgânicos domiciliares, que, quando devidamente segregados na fonte geradora, apresentam condições satisfatórias para a ocorrência do processo (NETO, 2006).

Segundo Witter *et al* (1987), a técnica de compostagem é dada em duas etapas:

1. Decomposição Aeróbia: na qual ocorre digestão da matéria orgânica e a presença de microrganismos termofílicos, que eliminam os agentes patógenos presentes, assim como ovos de paristas e/ou vermes.
2. Etapa Anaeróbica: dividida em três períodos principais:
 - liquefação da matéria orgânica, produzindo ácidos orgânicos, cetonas e alcoóis.
 - gaseificação, ocorrendo formação de gases tóxicos como metano e dióxido de carbono;

- estabilização da matéria orgânica, na qual ocorre a diminuição da temperatura, formando um material estável, escuro amórfico, com aspecto de húmus e um cheiro de terra.

Barros (2011), explica que, sendo um processo biológico, os fatores mais importantes, que influem no processo de degradação da matéria orgânica são a aeração, os nutrientes e a umidade. A temperatura também é um fator importante, principalmente no que diz respeito à rapidez do processo de biodegradação e à eliminação de patógenos, porém é resultado da atividade biológica.

Os nutrientes, principalmente carbono e nitrogênio, são fundamentais ao crescimento bacteriano. O carbono é a principal fonte de energia e o nitrogênio é necessário para a síntese celular. Fósforo e enxofre também são importantes, porém seu papel no processo é menos conhecido.

A aeração é bem discutida e utilizada por autores como Kiehl (1985) e Neto (1996), os quais sugerem que ela favorece a oxigenação, secagem e diminuição do volume do material a ser compostado, a partir do fornecimento de oxigênio para a atividade microbiológica, remoção da umidade da massa em compostagem e remoção do calor, diminuindo a temperatura da massa.

A taxa de aeração deve ser totalmente controlada, de maneira que proporcione uma distribuição adequada desta, em toda a massa a ser compostada, pois se houver fermentação na ausência de oxigênio, haverá perda de nitrogênio, odores desagradáveis e presença de insetos, como moscas (OLIVEIRA *et al*, 2004).

O controle do excesso de umidade é necessário e importantíssimo para evitar a anaerobiose, a qual ocorre quando o excesso de água ocupa os espaços vazios do material, e a produção de líquidos lixiviados. Caso ocorra a anaerobiose, gases fétidos serão gerados, além da atração de vetores.

A Figura 2 apresenta o aspecto do líquido lixiviado advindo de um sistema de compostagem contido em um tanque de armazenamento.



Figura 2 - Lixiviado em tanque de armazenamento.
Fonte: Conpacel, 2009

A temperatura também é importante, e constitui-se em um dos fatores mais indicativos da eficiência do processo de compostagem. O valor médio ideal da temperatura é de 55°C. Temperaturas superiores a 65°C devem ser evitadas por causarem a eliminação dos microrganismos mineralizadores, responsáveis pela degradação dos resíduos orgânicos (NETO, 2006)

À medida em que o processo de compostagem se inicia, há proliferação de populações complexas de diversos grupos de microrganismos (bactérias, fungos, actinomicetos) que vão se sucedendo de acordo com as características do meio. De acordo com suas temperaturas ótimas, estes microrganismos são classificados em psicrófilos (0 – 20°C), mesófilos (15 – 43°C) e termófilos (40 – 85°C). Na verdade, esses limites não são rígidos e representam muito mais os intervalos ótimos para cada classe de microrganismo. (BARROS, 2011).

No início do processo, há um forte crescimento dos microrganismos mesófilos. Com a elevação gradativa da temperatura, resultante do processo de biodegradação, a população de mesófilos diminui e os microrganismos termófilos prolifera com mais intensidade. A população termófila é extremamente ativa, provocando intensa e rápida degradação da matéria orgânica e maior elevação da temperatura, o que elimina os microrganismos patogênicos.

Quando o substrato orgânico for em sua maior parte transformado, a temperatura diminui, a população termófila se restringe, a atividade biológica global

se reduz de maneira significativa e os mesófilos se instalam novamente. Nesta fase, a maioria das moléculas facilmente degradáveis foram transformadas, o composto apresenta odor agradável e já teve início o processo de humificação, típico da segunda fase do processo, denominada maturação.

A Figura 3 ilustra a curva padrão de temperatura durante o processo de compostagem.

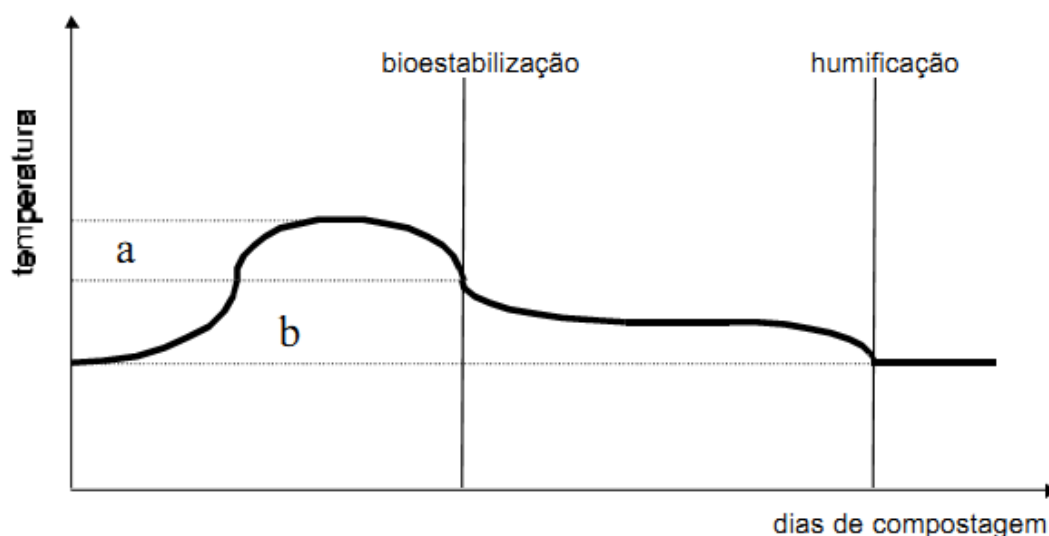


Figura 3 - Evolução da Temperatura ao longo da Compostagem.
Fonte: Neto, 2006

A Figura 3 apresenta um gráfico da temperatura da massa em compostagem em função dos dias utilizados para concluir o processo de compostagem. O ponto de interseção entre as áreas a) e b) representa o início da atividade microbiológica de decomposição, até o final da fase de bioestabilização.

A fase de humificação corresponde a faixa de declínio de temperatura, que culmina no final dos dias avaliados para o processo com a estabilização da temperatura.

Do mesmo modo, a Figura 4 apresenta exemplo de material em compostagem em processo de reviramento para aeração e controle da elevada temperatura advinda dos processos de biodegradação.



Figura 4 - Massa orgânica em processo de aeração.
Fonte: Conpacel, 2009

O produto obtido após a fase de maturação denomina-se composto, caracterizado como um fertilizante orgânico obtido a partir de processos microbiológicos, na qual uma mistura de resíduos crus é transformada em massa escura, rica em substâncias húmicas e possuindo propriedades úteis à agricultura. (ARNOST, 2002).

Após o processo de humificação, o composto produzido é transportado para a unidade de peneiramento, onde serão produzidos lotes e retirados os rejeitos, que são matérias não orgânicas, que não degradaram ao longo do processo.

O adubo possui particularidades importantes para a saúde do solo, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, os quais são assimilados em maior quantidade pelas raízes, além de ferro, zinco, cobre, manganês, boro e outros micronutrientes, auxiliando no aumento da capacidade de troca cationica do solo.

Os nutrientes do composto são liberados lentamente, realizando a adubação de disponibilidade controlada, ou seja, permite que os vegetais retirem os nutrientes que precisam, de acordo com suas necessidades ao longo de um tempo maior. O fertilizante orgânico se liga às partículas do solo (areia, silte e argila), formando pequenos grânulos que ajudam na retenção e drenagem da água e melhora a

aeração, além do aumento do número de minhocas, insetos e microrganismos desejáveis, o que reduz a incidência de doenças nas plantas.

Portanto, o composto é a melhor fonte de matéria orgânica humificada, substituindo o húmus natural do solo, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas deste; aumentando a porosidade do solo, tornando-o mais arável e assegurando a conservação da umidade e protegendo-o da evaporação, o frio e o calor.

Estes conceitos são importantes, pois eles refletem na própria concepção das usinas de compostagem. Segundo Godoy (2013), as vantagens pela adoção desta prática são:

- Não ocorre a formação de gás metano, elemento nocivo ao meio ambiente.
- Redução do lixo destinado ao aterro, diminuindo seus custos de operação e aumentando o seu tempo de vida útil.
- Revalorização e aproveitamento agrícola da matéria orgânica
- Reciclagem de nutrientes para o solo
- Eliminação de patógenos devido a alta temperatura desenvolvida no processo.

5.5 DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O lançamento a céu aberto é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos, na qual estes são simplesmente descarregados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É, sob todos os aspectos, a pior forma de disposição de resíduos sólidos, representando ainda, segundo IBGE 2012, 70% das soluções finais em todo o Brasil.



Figura 5 - Despejo a céu aberto (Lixão).
Fonte: Bidoni, 1999

Para o aterro controlado, precauções tecnológicas executivas são adotadas durante o desenvolvimento do aterro, como o recobrimento dos resíduos, aumentando a segurança do local, minimizando os riscos de impactos ao meio ambiente e à saúde pública

Um aterro sanitário é um método de disposição que não provoca prejuízos ou ameaças à saúde e à segurança, utiliza princípios de engenharia de modo a confinar o lixo no menor volume possível, cobrindo-o com uma camada de solo ao fim de cada dia de trabalho, ou mais vezes se necessário.



Figura 6 - Construção de um aterro sanitário.
Fonte: Bidoni, 1999

Conforme observado pela figura, aterros sanitários são implantados conforme técnica de área, pelo qual formam-se camadas de resíduos (células) sobre uma base impermeabilizada. Estes aterros contam com um conjunto de elementos de proteção ambiental que inclui impermeabilização de base, através de barreiras naturais e sintéticas, sistema para a drenagem de águas pluviais, gases e percolados. Os líquidos contaminados são encaminhados para tratamento.

Os aterros sanitários se aplicam a todas as localidades com resíduos suficientes para justificar economicamente o uso de máquinas para as operações de escavação, preparo do terreno, corte de material de cobertura, movimentação, espalhamento, compactação e recobrimento da massa de resíduos sólidos.

O aterro sanitário é uma solução para qualquer volume, apresenta simplicidade executiva, não exige equipamentos especiais, permite o controle de vetores e a transformação do material degradável em estabilizado ocorre natural e biologicamente. Aspectos positivo é a recuperação de energia na forma de gás metano.

Os aterros sanitários podem ser operados de diversas maneiras:

- Método da Trincheira: é aplicado quando o local do aterro for plano ou levemente inclinado, e quando a produção diária de lixo, preferencialmente, não ultrapassar 10t.



Figura 7 - Método de Trincheira para aterro sanitário.
Fonte: CREA, 2009

- Método da Escavação Progressiva ou Meia Encosta: é utilizado em áreas secas e de encostas, normalmente aproveitando-se o material escavado do próprio local na cobertura do lixo. Esse aspecto caracteriza uma interessante vantagem do método
- Método da área ou aterro tipo superficial: é utilizada quando a topografia local permite o recebimento/confinamento dos resíduos sólidos, sem a alteração de sua configuração natural. Este procedimento caiu em desuso, pois requer cuidados especiais e causa danos ambientais de grande magnitude.

5.6 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Os procedimentos de elaboração de estudos de impactos ambientais, necessitam de definições, importantes, bem arraigadas durante todo o processo de estudo, Sanchez (2006) aborda alguns destes:

- Poluição: é a introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos. Assim, atividades humanas devem ser controladas para evitar ou diminuir a poluição. Esta

pode ser medida através de grandezas físico-químicas, conhecidos como padrões ambientais.

- Degradação ambiental: é qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou seja, alteração adversa da qualidade ambiental.

Por fim, chega-se os dois conceitos mais utilizados durante os processos de estudos ambientais aplicados atualmente, os conceitos de aspecto e impacto ambiental.

- Aspecto e Impacto Ambiental: mecanismo através do qual uma ação humana causa um impacto ambiental. Por exemplo, a atividade humana de armazenamento de combustíveis, pode possuir como aspecto um possível vazamento do mesmo, gerando a potencial contaminação do solo e das águas subterrâneas como impacto ambiental.

Evidentemente, uma mesma ação pode levar a vários aspectos ambientais e, por conseguinte, causar diversos impactos ambientais. Da mesma forma, um determinado impacto ambiental pode ter várias causas.

Sanchez (2006) explica que os impactos são normalmente descritos por meio de enunciados sintéticos, concisos e precisos, para evitar ambiguidades em sua interpretação, trazendo ao leitor uma informação muito mais precisa. Entretanto, afirma que tal detalhamento só é possível em etapas mais avançadas de um diagnóstico ambiental e que, durante o planejamento das atividades, é feita a identificação preliminar dos impactos prováveis.

Para identificar os impactos, as relações de causa e consequência podem ou não ser descritas com a explicitação dos mecanismos ou processos que as unem.

Há diversos tipos de ferramentas utilizáveis para auxiliar na tarefa de identificar os impactos ambientais. Uma das mais comuns é a matriz.

Uma matriz é composta de duas listas, dispostas na forma de linhas e colunas. Em uma das listas são elencadas as principais atividades e ações que compõe o empreendimento analisado e na outra são apresentados os principais componentes ou elementos do sistema ambiental, ou ainda social e econômico.

6. RESULTADO

O resultado desta pesquisa é apresentado na Tabela 2. Este foi obtido através dos aspectos identificados ao longo do referencial teórico. Os mesmos foram classificados em sociais, econômicos e ambientais. Com isto, é possível interpretar os potenciais impactos, negativos ou positivos, dentro das três esferas analisadas e gerar discussão técnica sobre os mesmos.

Tabela 2 - Classificação de Aspectos da PNRS

Atividade	Aspectos	Tipo
Implementação da PNRS	utilização de dinheiro público	economico
	conscientização ambiental	social
	incentivo aos consumidores	social/economico
	incentivos às indústrias de reciclagem	economico
Implementação do SIGRSU	Participação Social	social
	utilização de dinheiro público	economico
	organização e planejamento	economico
	conscientização ambiental	social
	incentivos às partes interessadas	economico
Erradicação e reabilitação de lixões	utilização de dinheiro público	economico
	organização e planejamento	economico
	conscientização ambiental	social
	consorcios intermunicipais	economico
	construção de estruturas/operação	ambiental/economico
	compra de equipamentos	economico
Implementação da coleta seletiva	compra de equipamentos	economico
	organização e planejamento	economico
	construção de estruturas/operação	ambiental/economico
	conscientização ambiental	social
	incentivo aos consumidores	economico
	incentivos às indústrias de reciclagem	economico
	inserção dos catadores	social/economico
	Participação Social	social
Compostagem de Resíduos Orgânicos	utilização de dinheiro público	economico
	compra de equipamentos	economico
	construção de estruturas/operação	ambiental/economico
	utilização de dinheiro público	economico
	utilização de composto orgânico	ambiental
	produção de lixiviados	ambiental
	processo microbiológico	ambiental
	conscientização ambiental	social
	Participação Social	social
organização e planejamento	economico	

Fonte: Autor, 2013

Percebe-se que os aspectos relacionados às atividades propostas para o atendimento das metas da PNRS são, de certa forma idênticos e apresentam uma sequência lógica de interpretação e averiguação.

Foram identificadas cinco atividades principais: implementação da PNRS, implementação do SIGRSU, erradicação e reabilitação de lixões, implementação da coleta seletiva e a compostagem de resíduos orgânicos.

Ao analisar os aspectos relativos às atividades mencionadas, muitas se mostraram presentes em mais de uma: utilização de dinheiro público, compra de equipamentos, construção de estrutura, conscientização ambiental, participação social, incentivos e organização e planejamento. Estes, em sua maior parte constituem-se em aspectos econômicos e sociais.

Os aspectos ambientais ficam limitados à construção e operação dos aterros e dos sistemas de compostagem e coleta seletiva. Autores como Silva et al (2013), Coccia et al (2011), Arias et al (2009) e Tortarolo et al (2008), em análise conjunta de seus trabalhos, analisaram todos os processos inerentes à compostagem e o reaproveitamento e controle dos principais poluentes do processo, fornecendo dados técnicos importantes à correta operação dos sistemas de compostagem.

Do mesmo modo, Cunha (2002), Brighenti (2004), Rodrigues e Santana (2012), e Paiva (2013) abordaram o tema referente aos sistemas de coleta seletiva, inclusive em outros países, como Argentina. Já Marques et al (2012), França e Ruaro (2009) e Suzuki e Gomes (2009) dispuseram sobre estudos relacionados à aterros sanitários como forma de disposição final de resíduos pós coleta seletiva, abordando inclusive a questão do consorciamento intermunicipal.

Deste modo, pode-se interpretar que os aspectos analisados possuem potencial para afetar principalmente as esferas econômica e social das diretrizes da PNRS, pois para sua implementação, precisarão de sobremaneira utilizar muito destes recursos no que tange à utilização de dinheiro público e incentivos fiscais e culturais, além de necessitar da efetiva participação de todas as partes envolvidas.

O impacto social que a efetiva implementação de um sistema integrado de gestão de resíduos propiciará possui uma escala de grandeza significativa. Um sistema integrado funcionando perfeitamente com a participação de todas as partes envolvidas, principalmente dos consumidores, com uma consciência ambiental estabelecida, além da inserção dos catadores, necessitará de uma mudança cultural

redical, mudar um paradigma já há muito tempo definido. Isso possivelmente ainda levará muito tempo, se chegar a ocorrer.

O impacto econômico se dará pela verba utilizada para a compra de equipamentos, construção de unidades de trabalho e tratamento e disposição de resíduos e, principalmente, pelos incentivos aos setores privados e à população para a efetiva participação no conceito de logística reversa.

Diante deste cenário, vale, no entanto, ressaltar que, o sistema de gestão integrada de resíduos caso planejado, implantado, gerenciado e operado adequadamente, passa a ter todos potenciais impactos classificados como positivos, pois possivelmente só trará benefícios a todas as partes envolvidas no processo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável que a Política Nacional de Resíduos Sólidos representa um grande avanço em relação à preocupação do poder público em gerenciar adequadamente os resíduos sólidos urbanos. Entretanto, ainda existem dificuldades quanto a sua própria implementação, além de diversos impactos, como visto nos resultados desta pesquisa que, se não estudados previamente de forma eficiente podem conduzir a uma ineficácia de todo o sistema.

As prefeituras e municípios tiveram, desde a data de aprovação da Lei 12.305/10 já tiveram 3 anos para começarem a se adequar. Infelizmente, o que se tem notado é que somente neste último ano de preparação (2013) começou a se pensar em como será estruturada não o sistema de gestão integrada, que pela lei, é o que deveria ser implantado já em 2014, mas sim, apenas uma das metas estipuladas: a erradicação dos lixões, principalmente por meio da construção de aterros sanitários via consórcio público.

Acredita-se que as mudanças não ocorrerão da forma que se espera para 2014, mas as ações começaram a ser tomadas. Este será um processo de inovação cultural, que deverá demorar ainda muitos anos para se concretizar.

8. REFERÊNCIAS

ARNOST JÚNIOR, S. Tratamento de resíduos sólidos e efluentes gasosos. Piracicaba: EAP, 2002.

BIDONE, fr; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC-USP, 1999

BRINGHENTI, JR. Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos: Aspectos Operacionais e da Participação da População. São Paulo, 2004 [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

CALDERONI, Sabetai. Os Bilhões Perdidos no Lixo. Universidade de Michigan. 4º ed. Humanitas, 2003.

CAMPOS, H.K.T. Renda e Evolução da Geração per capita de Resíduos Sólidos no Brasil. ABES. Engenharia Sanitária e Ambiental. V 17,n 2, Brasília – DF, 2012.

COCCIA, Anna Maria et al . Airborne microorganisms associated with waste management and recovery: biomonitoring methodologies. **Ann. Ist. Super. Sanità**, Roma , v. 46, n. 3, Jan. 2010 .

COMPACEL. Central de Compostagem. Livro Técnico.

CUNHA, Valeriana; CAIXETA FILHO, José Vicente. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gest. Prod.**, São Carlos , v. 9, n. 2, Aug. 2002 .

DORES-SILVA, Paulo R.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O.. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 36, n. 5, 2013 .

FRANCA, Rosiléa Garcia; RUARO, Édina Cristina Rodrigues. Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos na região da Associação dos Municípios do Alto Irani (AMAI), Santa Catarina. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 14, n. 6, Dec. 2009 .

ISAZA-ARIAS, GC et al . Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. **Universidad y ciencia**, Villahermosa, v. 25, n. 3, dic. 2009

JUNIOR, A.B.C. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. ABES, Florianópolis – SC, 2006.

Kiehl EJ. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda; 1985

LIMA, José Dantas de. Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos. ABES. 1º Ed. 2005.

LIMA, Rosimeri Suzuki. Resíduos Sólidos Domiciliares: Um Programa de Coleta Seletiva com Inclusão Social. Ministério das Cidades. Governo Federal. Brasília – DF, 2007.

MARQUES, Rosângela Francisca de Paula Vitor et al . Impacts of urban solid waste disposal on the quality of surface water in three cities of Minas Gerais - Brazil. *Ciênc. agrotec.*, Lavras , v. 36, n. 6, Dec. 2012 .

NETO, João Tinoco Pereira. Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo. Viçosa – MG. UFV 2007.

OLIVEIRA, Francisco N. S.; LIMA, Hermínio José M.; CAJAZEIRA, João Paulo, Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos – Embrapa, 2004.

PAIVA, Verónica. Cartoneros, recolección informal, ambiente y políticas públicas en Buenos Aires 2001-2012. **urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana**, Curitiba , v. 5, n. 1, June 2013 .

RODRIGUES, Waldecy; SANTANA, Willian Cardoso. Análise econômica de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos: o caso da coleta de lixo seletiva em Palmas, TO. **urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana**, Curitiba , v. 4, n. 2, Dec. 2012 .

SANTIAGO, Leila Santos; DIAS, Sandra Maria Furiam. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 17, n. 2, June 2012

SUZUKI, Juliana Akiko Noguchi; GOMES, João. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 14, n. 2, June 2009

TEIXEIRA, Izabella. Vamos Cuidar do Brasil: 4º Conferência Nacional do Meio Ambiente – Resíduos Sólidos. Texto Orientador. 2º Edição. Brasília, maio de 2013.

TORTAROLO, María Fernanda et al . Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. **Cienc. suelo**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 26, n. 1, jul. 2008 .

WITTER, E.; LOPEZ-REAL, J. M. Monitoring the composting process using parameters of compost stability. Londres, 1987.