

APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NA GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS.

Viviane Lima Silva*

RESUMO

Este trabalho procura analisar como os resíduos orgânicos podem ser reaproveitados através do processo de compostagem juntamente com a biotecnologia, pois essa alternativa visa combater o crescimento do número de lixões no Brasil, reduzir a proliferação de agentes patogênicos transmissores de doenças, reduzir o efeito estufa, minimizar a poluição das águas objetivando qualidade de vida, respeito ao meio ambiente e conscientização para preservá-lo, a partir dos processos de tratamento e destinação adequados do lixo orgânico gerando assim vários aspectos positivos a um baixo custo, onde, sob estes aspectos os órgãos da administração pública e privada deveriam procurar adotar um modelo de gestão ambiental para contornar a problemática dos resíduos sólidos orgânicos de acordo com a legislação específica e também como podemos através do processo de compostagem, reutilizar, reciclar e recuperar adequadamente os resíduos orgânicos, pois o Brasil enfrenta dificuldades com relação ao gerenciamento desses resíduos pelo fato de sua população e algumas empresas ignorarem a seletividade dos mesmos que constituem a base do processo de compostagem, o qual contribui para o desenvolvimento sustentável com a agregação de valor econômico, ecológico, legal e social.

Palavras – chave: Compostagem. Lixo orgânico. Desenvolvimento sustentável. Meio ambiente.

ABSTRACT

This work analyzes how the organic waste can be recycled through composting process along with biotechnology, because that method is intended to combat the growing number of landfills in Brazil, reduce the spread of pathogens transmit diseases, reduce the greenhouse effect, minimize water pollution aiming quality of life, respect for the environment and awareness to preserve - so, from the treatment processes and proper disposal of organic waste generating several positive aspects at a low cost, where, under these aspects organs the public and private administration should seek to adopt an environmental management model to circumvent the problem of organic solid waste in accordance with specific legislation and also how we can through the composting process, reuse, recycle and properly recover organic waste, since Brazil faces difficulties with regard to the management of such waste because of its population and some companies ignore the selectivity thereof which form the basis of the composting process, which contributes to sustainable development with the aggregation of economic, ecological, legal and social value.

Key words: Composting. Organic waste. Sustainable development. Environment.

* Bacharel em Administração pela Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, Licenciada em ciências biológicas pelo Instituto Superior de Educação Elvira Dayrell-ISEED/MG, pós-graduada lato sensu em gerenciamento de projetos pela Faculdade Venda Nova do Imigrante-FAVENI/ES. Trabalhou como analista superior no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial no Estado do Maranhão, também ministra cursos, treinamentos e palestras. E-mail: viviane_teresina@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

São inúmeras as tentativas que procuram minimizar a quantidade de lixo no Brasil, mas o que percebe – se são as ações voltadas mais para o tratamento de materiais como alumínio, plástico, papel e vidro, e que são poucas as ações voltadas para resolver o problema da quantidade de matéria orgânica produzida e descartada de maneira inadequada trazendo conseqüências gravíssimas para o meio ambiente.

Essa forte preocupação deve – se ao fato de que o acúmulo de resíduos orgânicos em locais inapropriados gera conseqüências gravíssimas devido à proliferação de insetos transmissores de doenças, agentes patogênicos, lançamento de gases poluentes na atmosfera, penetração de chorume no solo, contaminação de rios, lagos e dos lençóis freáticos.

São essas conseqüências que levam a se pensar em técnicas eficientes e seguras para se proteger o meio ambiente, e como 60% do lixo brasileiro é orgânico, essa alta taxa percentual representa uma fonte viável de produção de composto orgânico, biogás e biofertilizantes líquidos através da adoção de métodos simples ou biotecnológicos, os quais gerariam emprego, renda e ainda contribuiria para a melhoria da saúde da população com a redução dos lixões.

No Brasil, o quadro de geração e processamento dos resíduos orgânicos é bastante preocupante pela quantidade de matéria orgânica que se é desperdiçada. De acordo com a agenda sustentável (<http://www.agendasustentavel.com.br>) o Brasil produz 228 mil toneladas de lixo por dia dos quais 60% são resíduos orgânicos e tem como destino final os lixões, terrenos baldios e etc.

Os lixões brasileiros funcionam nas mesmas condições desde os anos 80 com toneladas de resíduos empilhados de forma precária, ou seja, sem controle ou monitoramento, contaminando rios e penetrando nos solos atingindo o lençol freático resultando em contaminações irreversíveis. (Jornal O Estado de São Paulo, Caderno Metrópole, página C1, Ed. 02/10/2008)

Um exemplo detalhado no site da agenda sustentável é que uma organização com 1000 colaboradores que utilizam restaurante industrial gera, em média, 500 Kg de restos de alimentos por dia, o qual representa 240 toneladas de restos de alimentos por ano que poderiam ser reciclados com a compostagem, embora muitas empresas e casas residenciais ainda não vêm a compostagem como uma solução padronizada faltando uma avaliação da situação, ou seja, determinar a quantidade de resíduo orgânico gerado e com que freqüência esse tipo de lixo é produzido e o espaço disponível para viabilizar a armazenagem.

Este artigo procura avaliar o processo de compostagem como solução do destino do lixo orgânico produzido em locais como supermercados, residências, as populares feirinhas e os centros de abastecimento comercial de produtos alimentícios, utilizando os mecanismos de produção limpa do início ao fim com o propósito de reduzir o impacto ambiental, incentivando a utilização do processo de compostagem, conscientizando e orientando aqueles que geram lixo orgânico em demasia, eliminando os impactos econômicos, sanitários e sociais provocados pelo acúmulo inadequado do lixo orgânico, pautar o processo de compostagem como solução padronizada no processo de reuso, reciclagem e reaproveitamento da matéria orgânica e explanando as conseqüências trazidas pela matéria orgânica ao meio ambiente, se descartada de forma incorreta.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS DE COMPOSTAGEM

A produtividade das culturas agrícolas, que abastecem empresas do ramo alimentício, é conseqüência da ação conjunta de vários fatores como o preparo da terra, variedade, adaptação climática, nutrição, espaçamento, disponibilidade de água, conservação de solo e a produtividade serão máximas quando todos os fatores estiverem à disposição da cultura. Entretanto, a nutrição é o fator prioritário porque é o que mais contribui para o rendimento e também sabe – se que há mais de um século as plantas necessitam de treze elementos essenciais, o Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Zinco (Zn), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Cloro (Cl), os quais podem ser produzidos através do processo de compostagem e devolvidos ao solo e reaproveitado pelos vegetais.

O processo de compostagem é uma maneira de reciclar os resíduos orgânicos, sendo assim Glória (1992) define compostagem da seguinte maneira:

Compostagem é um processo biológico de biodegradação e biossíntese aeróbio de biomoléculas orgânicas com produção de gás carbônico, água e biomoléculas que farão parte da constituição dos novos organismos e de produtos de seu metabolismo.

Kihel (1998) define compostagem como:

Compostagem é a decomposição aeróbia e termófila de resíduos orgânicos por populações microbianas quimiorganotróficas in situ, sob condições total ou parcialmente controladas, que produz um material

Dias (1993) afirma que compostagem é:

Compostagem é uma decomposição biológica de resíduos consistindo em substâncias orgânicas de origem animal ou vegetal, sob condições controladas, para um estado suficientemente estável para estocagem e utilização.

Na definição de compostagem proposta por Glória (1992) a biossíntese aeróbio refere – se ao processo natural de construção de moléculas orgânicas através dos processos químicos e liberação de moléculas inorgânicas na presença de oxigênio, agora Kiehl (1998) cita a importância da decomposição termófila a qual conta com organismos que degradam a matéria orgânica a altas temperaturas, em torno de 65° C.

Além de serem organismos quimiorganotróficos, ou seja, aqueles que cuja fonte de energia são os compostos orgânicos, e analisando – se os termos “decomposição biológica” encontrado no conceito de compostagem relatado por Diaz (1993) e o termo “decomposição ordinária” a qual é vista na natureza podemos diferenciá – los dizendo que a decomposição biológica é aquela em que somente resíduos orgânicos de origem vegetal e animal podem ser decompostos biologicamente sob condições controladas, embora raramente haja microorganismos que atacam a matéria de origem não biológica ocorrendo à decomposição ordinária.

2.2 FATORES INFLUENTES NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Kiehl (1986) cita que os principais fatores que influenciam no processo de produção do composto orgânico são: a aeração, a temperatura, o ambiente, o tempo de compostagem e o PH.

Na aeração o processo que pode ocorrer pode ser do tipo aeróbio – organismos que na presença de oxigênio degradam a matéria orgânica ou anaeróbia – organismos que na ausência de oxigênio também degradam a matéria orgânica, sobre este último tipo podemos dizer que ocorre com a utilização de um biodigestor que é um reator químico em que as reações químicas têm origem biológica e é usado na produção de biogás, pois os organismos anaeróbios envolvidos conseguem produzir uma mistura de gases com cerca de 75% de metano (CH₄) e 25% de CO₂ ou realizam o processo de fermentação. Diante disso e de acordo com a fonte <http://www.recicloteca.org.br/organico.asp?Ancora=4>, podemos prever que:

[...] O oxigênio é fundamental para os microorganismos degradantes, daí a necessidade de se manter a aeração do composto, seja através de material estruturante (gravetos, sabugos de milho, cavacos de madeira) ou fazendo o revolvimento.

Em relação à temperatura, o método envolve organismos aeróbios criófilos, ou seja, fungos e bactérias ativos em temperatura de até 10° C, os mesófilos que são aqueles que desenvolvem – se melhor em temperaturas entre 10°C e 45°C, nos organismos aeróbios termófilos estes desenvolvem – se melhor em temperaturas entre 45° C e 60°C, já os hipertermófilos que são os organismos que atuam melhor em temperaturas acima de 60°C.

No quesito ambiente, o método pode ser aberto, ou seja, a compostagem é realizada a céu aberto, em pátio ou caixa de maturação e também pode ser realizada pelo método fechado, o qual o processo de compostagem é feito através de dispositivos especiais, tais como digestores, bioestabilizadores, torres, células de fermentação, tanques e silos, com removimento mecânico para movimentação da matéria orgânica. Enfatizando – se o tempo de compostagem este último pode ser classificado ainda em processo lento, com duração de até um ano ou rápido quando o tempo de duração chega há no máximo dois meses.

O pH (Potencial Hidrogeniônico) mede a maior ou menor acidez durante o processo de compostagem, e quanto mais os valores se aproximarem de 1(um) o pH é ácido, e quanto mais os valores aproximarem – se de 14 (quatorze) o ph é básico.

Para se concluir sobre as mudanças de pH em um determinado sistema de compostagem é necessária a utilização de um aparelho chamado pHmetro (peagâmetro), mas embora não se possa dispor desse recurso, podemos realizar aseguite análise do pH pegando – se uma amostra do composto e pingando – se suco de repolho roxo, e se, o composto apresentar cor vermelha conclui – se que o pH da amostra está ácido, e se a amostra do composto apresentar – se na cor verde indica que o composto está com pH básico.

2.3 A COMPOSIÇÃO DA MATÉRIA – PRIMA E DO COMPOSTO

A composição química dos compostos orgânicos produzidos no processo de compostagem depende dos resíduos que foram utilizados e dos fatores que influenciam na sua fabricação, assim Campbell (1999) alerta que para se determinar a qualidade do composto é necessário também que se conheça além da composição química que resíduos orgânicos podem causar problemas na pilha de compostagem como é o caso, por exemplo, de madeiras tratadas quimicamente (tóxicos), excrementos de animais domésticos, cinza de carvão e madeira, plantas doentes, restos de carne (atrai animais indesejáveis), peixes, laticínios e ovos, ossos e espinhas, resíduos de jardim tratados com pesticidas ou herbicidas, gorduras e óleos (difícil decomposição), ramos ou tábuas inteiras e resíduos inorgânicos.

A tabela 1 mostra a composição química de algumas matérias – primas indicadas para a produção de composto a 110°C:

Tabela 1 – Composição química de algumas matérias – primas para produção de composto a 110°C.

Matéria prima (Orgânica)	C ¹ (g/kg)	N ² (g/kg)	C/N* (g/kg)	M.O.** (g/kg)
Bagaço de cana	328	14,9	22	585
Bagaço de laranja	128	7,1	18	225
Borra de café	478	19,1	25	868
Capim colonião	505	18,7	27	910
Cápsula de mamona	519	11,8	44	943
Casca e raiz de mandioca	326	3,4	96	589
Casca do fruto cacau	486	12,8	38	887
Esterco de carneiro	320	21,3	15	565
Esterco de gado	346	19,2	18	621
Esterco de galinha	304	30,4	10	540
Esterco de porco	254	25,4	10	463
Folha de banana	490	25,8	19	890
Folha de mandioca	522	43,5	12	916
Palha de arroz	304	7,8	39	543
Palha de feijão	522	16,3	32	947
Palha de milho	538	4,8	112	968
Sabugo de milho	525	5,2	101	452
Serragem de madeira	519	0,6	865	935
Talo e cacho de banana	470	7,7	6,1	853
Gramma batatais	500	13,9	36	908

Fonte: Keihl (1993)

* Relação Carbono/Nitrogênio

** Matéria Orgânica

Analisando – se os dados presentes na tabela, de acordo com Keihl (1993), podemos afirmar que os esterco de animais como os de carneiro, galinha, gado e porco são uma ótima fonte de microorganismos decompositores, pois a sua utilização acelera a formação do composto, já a relação C/N irá regular a ação de microorganismos para transformar a matéria – prima orgânica em adubo, devendo a mistura possuir inicialmente $C/N = 30$, ou seja, os microorganismos precisarão de 30 partes de carbono para cada 1 parte de nitrogênio consumido por eles.

De acordo com Machado Júnior et. al (1978) e Jenq (1983) citados por Andrade (1997) afirma que o teor de carbono encontrado na matéria orgânica é fator eficiente e determinante para o processo de decomposição biológica ou incineração, pois ambos estão relacionados diretamente com a quantidade de carbonos dos resíduos orgânicos, já o teor de nitrogênio relaciona – se com o alto poder calorífico auxiliando na avaliação da decomposição do resíduo orgânico.

Para Grossi (1993) os variados componentes da matéria orgânica existentes apresentam algumas diferenças quanto à degradação, sendo que os componentes ricos em açúcares e proteínas são rapidamente degradados, enquanto que outros componentes ricos em celulose e lignina são degradados em períodos mais longos pelos microorganismos.

Os materiais orgânicos que contém maior proporção de carbono como palha, serragem, folhas secas e esterco são classificados de materiais orgânicos castanhos e aqueles que possuem maior proporção de nitrogênio como folhas frescas, cascas de frutas, borra de café, e restos de comida são chamados de materiais orgânicos verdes, esta classificação ajuda para que a compostagem ocorra de maneira adequada quando se utiliza proporções aproximadamente iguais de materiais orgânicos verdes e castanhos.

Na natureza existe compostos potencialmente tóxicos que estão presentes no lixo urbano, lodo de esgoto, resíduos industriais, e conforme Venezuela (2001) e Silva et al. (2004), não existe ainda, no Brasil, uma legislação que estabeleça os teores máximos de metais pesados permitidos em compostos, bem como a quantidade relativa de coliformes fecais, frente a isso, a tabela 2, de acordo com Grossi (1993), mostra o teor de metais pesados permitido em alguns países europeus.

Tabela 2 – Teores de metais pesados permitidos em compostos em alguns países europeus.

País	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Cd	Hg**
Alemanha	150	100	400	100	50	15	1
França	800	-	-	-	200	8	8
Áustria	900	1000	1500	300	200	6	4
Itália	500	600	2500	500	200	10	10
Suíça	150	150	500	-	-	3	3
Holanda	20	300	900	200	50	2	2

Fonte: Grossi (1993)

* valores em mg.kg⁻¹

** Pb (Chumbo); Cu (Cobre); Zn (Zinco); Cr (Crômio); Ni (Níquel); Cd (Cádmio); Hg (Mercúrio)

2.4 IMPORTÂNCIA E OS BENEFÍCIOS DA COMPOSTAGEM

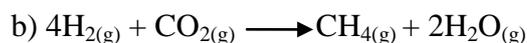
De acordo com as publicações do ano de 2010 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Brasil produz 241.614 toneladas de lixo por dia, onde 76% são depositados em lixões, 13% são depositados em aterros controlados, 10% em usinas de reciclagem e 0,1% são incinerados, sendo que do total do lixo urbano 60% são formados por resíduos orgânicos os quais podem ser transformados em ricas fontes de nutrientes para os solos e plantas, isso proporciona o melhoramento da “saúde” do solo, ou seja, suas características físicas, físico – químicas e biológicas, bem como o aumento do número de minhocas, insetos e microorganismos desejáveis reduzindo assim a incidência de doenças nas plantas.

A produção do húmus através da compostagem estimula o desenvolvimento das raízes das plantas tornando – as mais capazes de absorver e infiltrar a água e os nutrientes do solo reduzindo o risco de erosão, procura manter a temperatura e o ph do solo estáveis dificultando assim à germinação de sementes de plantas invasoras (daninhas) e ativa a vida do solo, favorecendo a reprodução de microorganismo benéficos às culturas agrícolas.

A técnica da compostagem foi desenvolvida com a finalidade de acelerar com qualidade a estabilização, também chamada de humificação da matéria orgânica, na natureza a humificação ocorre sem prazo definido, dependendo apenas das condições ambientais e da qualidade dos resíduos orgânicos para a produção do composto orgânico que é muito mais sustentável do que utilizar fertilizantes químicos, pois essa técnica colabora também para a redução do lixo que é depositado em lixões, com a melhoria das condições ambientais e da saúde da população.

Existem bactérias anaeróbicas que são utilizadas no processo de produção de biogás, o qual pode ser utilizado na substituição do gás natural ou do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) ambos extraídos de reservas minerais e que poderiam ser economizados, e outra forma proveitosa é a utilização do biogás como gerador de energia elétrica através de geradores elétricos acoplados a motores de explosão adaptados ao consumo de gás.

Madigan (2000) propõe um processo microbiológico possível de fermentação e metanogênese utilizando – se do lodo que é rico em polissacarídeos, proteínas e lipídios como amostra para a produção de biogás com os seguintes resultados: O lodo sofrendo digestão dos macronutrientes sob a ação de enzimas microbiológicas produz açúcares, aminoácidos e ácidos graxos, por sua vez, essas substâncias são fermentadas produzindo ácido acético (CH_3COOH), gás carbônico (CO_2) e gás hidrogênio (H_2), logo após essa fase inicia – se o processo de metanogênese em que essas últimas substâncias formadas na fermentação servem de substrato para as bactérias metanogênicas produzirem o gás metano. Existem dois caminhos metabólicos para a produção do gás metano que são:



Das equações formuladas acima a equação b representa o principal caminho de produção do gás metano nos biodigestores.

De acordo com o Instituto Municipal de Educação Assis Brasil – IMEAB, utilizando – se 1m^3 de biogás poderia – se economizar 0,6 litros de gasolina, 0,9 litros de álcool; 1,43kWh de eletricidade e 2,7 Kg de lenha.

2.5 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

A geração de resíduos pode ser tratada sob dois aspectos. Primeiro como um importante produto final do metabolismo humano, em função de sua natureza biológica, movida por necessidades primárias como a alimentação. Em segundo lugar, pelo metabolismo social e urbano que caracteriza o homem como ser social e econômico. Segundo Bérrios (1999), um ser impulsionado por motivações culturais, como no seu limite, o consumismo.

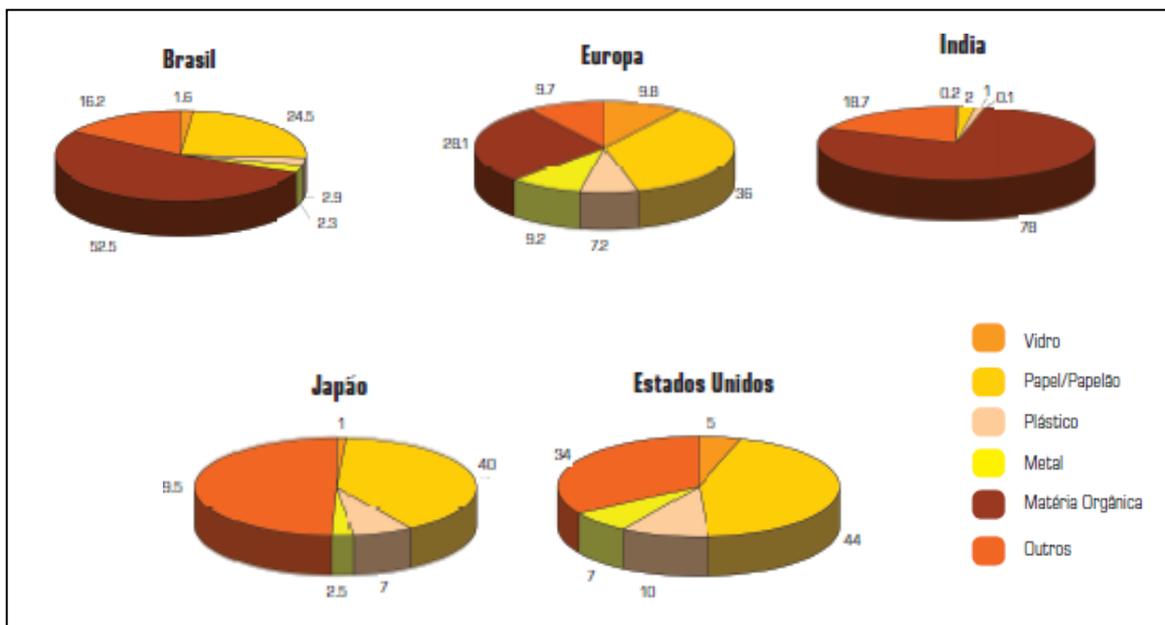
A Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA afirma que a geração dos resíduos orgânicos no Brasil e em outros países se dá pelo desconhecimento do valor nutricional de alguns alimentos e até mesmo de alguns produtos industrializados. Reis et al. (2000) afirma que um dos fatores fundamentais para se obter um tratamento eficaz dos resíduos sólidos é a existência de programas de coleta diferenciada como por exemplo a coleta segregada que consiste na separação por tipo de

material no momento em que se gera tal resíduo, apesar do grande investimento em educação ambiental as pessoas irão passar a separar os resíduos em seus domicílios por conscientização.

A gestão sustentável dos resíduos sólidos faz referência ao princípio dos 3R's, o qual foi abordado na Agenda 21 enfatizando a redução, ou seja, o uso de matérias-primas e energia e do desperdício nas fontes geradoras, reutilização direta dos produtos, e reciclagem de materiais, mas o princípio que causará menor impacto é evitar a geração do lixo do que reciclar os materiais após seu descarte, mesmo que a reciclagem de materiais polua menos o ambiente e envolva menor uso de recursos naturais, mas raramente questiona o atual padrão de produção, não levando à diminuição do desperdício nem da produção desenfreada de lixo.

Segundo Dias (2000) a geração é proporcional ao aumento da população e desproporcional à disponibilidade de soluções para o gerenciamento dos detritos, resultando em sérias defasagens na prestação de serviços, tais como a diminuição gradativa da qualidade do atendimento, a redução do percentual da malha urbana atendida pelo serviço de coleta e o seu abandono em locais inadequados, mas de acordo com Junkes (2002), a geração crescente e diversificada de resíduos sólidos nos meios urbanos e a disposição final dos mesmos estão entre os mais sérios problemas ambientais enfrentados pelos países industrializados e os em desenvolvimento.

Os gráficos abaixo ajudam a esclarecer essa situação:



Com a análise dos gráficos, de maneira geral, podemos constatar que no Brasil, Europa e Índia, uma boa parte dos resíduos sólidos orgânicos é composta de restos de alimentos das mesas, feiras, sacolões, supermercados, entre outros, e, além disso, o

desperdício de alimentos como sendo uma das razões para os altos percentuais de matéria orgânica encontrados no lixo, já nos Estados Unidos e Japão o percentual foi tão insignificante, ou seja, tão próximo de zero que os dados nem foram incluídos no gráfico, isso demonstra o quanto a população desses países conhecem a importância de se reduzir e aproveitar os resíduos orgânicos.

Fazendo – se uma análise particular dos países citados acima e do continente europeu, podemos enfatizar duas características particulares que são a densidade demográfica e o nível da renda e a partir daí entender os percentuais estatísticos resultantes.

O Brasil é um país que possui baixa densidade demográfica (201.103.330 habitantes) em relação à Índia (1.173.108.018 habitantes) e baixo nível de renda, daí subentende – se que as características do lixo mais presentes são alto teor de restos alimentares sendo que a gestão do lixo é feita através de coleta inadequada e o lixo como principal forma de destino, no caso da Europa o que podemos concluir é uma baixa densidade demográfica e alto nível de renda o que nos leva a crer que o lixo desse continente é composto por embalagens e os resíduos orgânicos são provenientes da prática da jardinagem e a gestão do lixo é feita através da coleta total e tendo como destinação final o aterro sanitário.

Focando – se a Índia, país com alta densidade demográfica e baixo nível de renda, a conclusão é que o lixo característico é uma alta quantidade de restos alimentares e médio teor de embalagens e a gestão do lixo é feita através de uma inadequada coleta, mas com crescentes preocupações em fechar lixões e criar aterros sanitários com controles ambientais.

O Japão e os Estados Unidos possuem as mesmas características como alta densidade demográfica, 126.804.433 e 310.232.863 habitantes, respectivamente, e alto nível de renda, então, os dois países apresentam lixo com alto teor de embalagens e a gestão do lixo é feita com a coleta total e conta com programas de coleta seletiva, a incineração é utilizada para geração de energia e o aterro sanitário dotado de controle ambiental é o destino final do lixo.

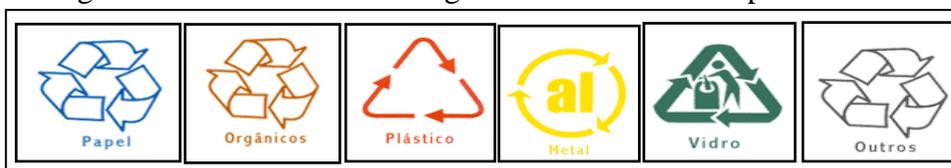
A geração dos resíduos orgânicos pode ser maléfica, pois quando recolhido e depositado de maneira incorreta produz um líquido de cor preta prejudicial ao meio ambiente chamado de chorume com mau cheiro e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo, e isso sempre representou sério problema à saúde pública e ao meio ambiente, pois os depósitos das áreas urbanas, durante séculos tratados sem os devidos cuidados, sempre estiveram associados, segundo James (1997) à propagação de doenças, seja diretamente via pessoas e animais coexistindo nestes locais, seja por meio da contaminação dos mananciais de água, dos solos e dos alimentos.

2.6 COLETA SELETIVA

Para se iniciar um processo de separação dos resíduos sólidos é preciso fazer uma avaliação prévia, tanto quantitativa quanto qualitativa, pois a separação na fonte evita a contaminação dos materiais reaproveitáveis possíveis de reciclagem, por isso a coleta seletiva é uma maneira de se distribuir o lixo de maneira correta, ou seja, condicionar cada tipo de lixo seja plástico, vidro, metal ou matéria orgânica dentre outros em seu devido lugar para que se evite a sujeira despejada no meio ambiente, a qual agrava ainda mais a situação alarmante das condições deploráveis de lixões e aterros.

Com a conscientização da população e empresas a coleta seletiva se tornaria mais fácil porque quando o lixo é separado na fonte e enviado para o local adequado isso contribui com a economia dos recursos naturais, pois devemos entender que a coleta seletiva é o termo utilizado para o recolhimento dos materiais que são passíveis de serem reciclados, previamente separados na fonte geradora. A coleta seletiva tanto pode ser realizada por uma pessoa sozinha, que esteja preocupada com o montante de lixo que estamos gerando, quanto por um grupo de pessoas (empresas, condomínios, escolas, cidades, etc.). A figura abaixo mostra como devemos coletar o nosso lixo:

Figura 2 – Símbolos da reciclagem de acordo com o tipo de resíduo.



Fonte: Google Imagens

De acordo com Ribeiro & Besen (2007), podemos afirmar que no Brasil os programas de coleta seletiva integram o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e esses programas são operacionalizados pelas prefeituras, mas percebemos que a realidade sobre o recolhimento dos variados tipos de resíduos sólidos pelas prefeituras municipais é feita de maneira equivocada, ou seja, o lixo recolhido não é triado o que contribui para contaminação de materiais que poderiam ser reciclados.

O primeiro passo para que haja um processo de logística reversa satisfatório é estudando uma maneira de como coletar os variados tipos de resíduos e isso pode ser feito através do porta a porta, ou seja, os veículos coletores irão percorrer os bairros em dias e horários especificados que não coincida com a coleta normal de lixo, outra maneira é a criação do PEV (Postos de entrega voluntária) e os postos de troca, sendo que o PICs, uma espécie de programa interno de coleta seletiva é uma outra alternativa que as instituições

públicas e privadas em parceria com as associações de catadores poderiam utilizar como alternativa viável para captação de resíduos.

2.7 IMPACTOS SANITÁRIOS, AMBIENTAIS, ECONÔMICOS, SOCIAIS E DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS ASSOCIADOS À FALTA DE TRATAMENTO ADEQUADO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS.

Segundo Pereira (1999) os impactos gerados pela falta de manejo do lixo urbano são bastante variados e envolvem aspectos sanitários, ambientais, econômicos e sociais, e para conter esses impactos é necessário que se conheça as formas mais comuns de disposição do lixo.

De acordo com D'Almeida (2000) os lixões são locais afastados do centro das cidades no qual são depositados no solo a céu aberto todos os tipos de resíduos coletados que constituem na forma inadequada de descarga final dos resíduos sólidos urbanos, porém é mais comum na grande maioria das cidades dos países em desenvolvimento e, as conseqüências decorrentes do abandono do lixo a céu aberto é visível para a população.

Outra forma de dispor o lixo é utilizando – se do aterro controlado que é menos prejudicial do que os lixões pelo fato dos resíduos dispostos no solo serem posteriormente recobertos com terra, o que acaba por reduzir a poluição do local, porém trata – se de solução primária para a resolução do problema do descarte dos resíduos sólidos urbanos, mas não deve ser priorizado por não ser a técnica mais adequada para evitar danos ambientais

O aterro sanitário, quando o resíduo orgânico se torna irrecuperável, é uma das alternativas que reúne as maiores vantagens, pois considera – se a redução dos impactos ocasionados pelo descarte dos resíduos sólidos urbanos, apresentando características como subdivisão da área de aterro em células de colocação de lixo; disposição dos resíduos no solo previamente preparado para que se torne impermeável, pois isso impossibilita o contato dos líquidos residuais (água das chuvas e chorume) com o lençol freático; presença de lagoas de estabilização para a biodegradação da matéria orgânica contida nos líquidos residuais; presença de drenos superficiais para a coleta da água das chuvas; drenos de fundo para a coleta do chorume e para a dispersão do metano, coletores dos líquidos residuais em direção as lagoas de estabilização, confinamento do lixo em camadas cobertas com solo vegetal.

Na incineração, é feita a queima dos detritos em um incinerador ou usina de incineração, a temperaturas superiores a 900° C, como vantagens do método podemos citar a redução significativa do volume dos dejetos em 90% do volume original, a diminuição do potencial tóxico dos dejetos e a possibilidade de utilização da energia liberada com a queima,

deste processo resultam como produtos finais a energia térmica que é transformada em energia elétrica ou vapor, águas residuais, gases, cinzas e escórias.

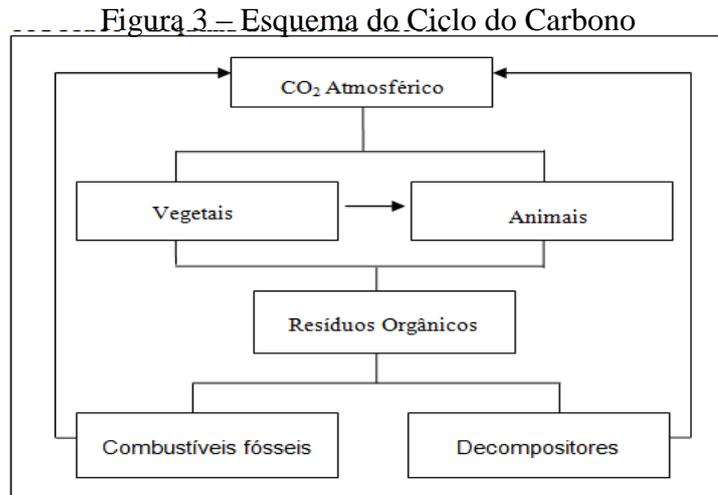
Os gases resultantes da incineração sofrem um tratamento posterior, uma vez que são compostos por substâncias consideradas tóxicas como o chumbo, cádmio, mercúrio, crômio, arsênio, cobalto e outros metais pesados, ácido clorídrico, óxidos de azoto e dióxido de enxofre, dioxinas e furanos, clorobenzenos, clorofenóis, mas um dano gravíssimo causado é a poluição do ar pelos gases provenientes da combustão (CO_2 , SO_2 , N_2 , O_2 e vapor d'água) e por partículas não retidas nos filtros e precipitadores que contribuem para o aumento do efeito estufa e a formação da chuva ácida e, como partes do processo fazem – se necessários equipamentos de limpeza de gases, tais como precipitadores ciclônicos de partículas, precipitadores eletrostáticos e lavadores de gases.

Existe duas maneiras de se emitir gases na atmosfera que são através dos ciclos biogeoquímicos, ou seja, processos naturais, e a segunda maneira é a queima de combustíveis fósseis, pois os resíduos orgânicos são ricos em carbono e nitrogênio, ou seja, dois elementos responsáveis por dois importantes ciclos biogeoquímicos naturais, enfatizando – se esse ciclo, podemos dizer que o carbono é um elemento químico que participa da composição química de todos os componentes orgânicos, ele é removido da atmosfera por meio da fotossíntese e o carbono do CO_2 (gás carbônico) incorpora – se aos seres vivos quando os vegetais utilizando o CO_2 do ar, ou os carbonatos e bicarbonatos dissolvidos na água realizam a fotossíntese e dessa maneira o carbono desses compostos é utilizado na síntese de compostos orgânicos que irão suprir os seres vivos, as bactérias quimiossintetizantes realizam o mesmo processo para fabricarem suas substâncias orgânicas, nos animais o carbono é adquirido de forma direta quando se alimentam diretamente de plantas (herbívoros) e de forma indireta quando um animal se alimenta de um herbívoro.

Nas plantas e nos animais o carbono pode seguir três caminhos diferentes quando liberado na atmosfera:

- Pela respiração é devolvido na forma de CO_2 ;
- Nas plantas passa para os animais superiores via cadeia alimentar, e, nos animais a passagem é feita via nutrição;
- Pela morte e decomposição dos vegetais e animais volta a ser CO_2 .

A figura abaixo representa esquematicamente o funcionamento do ciclo do carbono:



Fonte: AMABIS, J.M & MARTHO, G.R. Curso básico de biologia. 1993.

O ciclo do carbono está ligado diretamente ao efeito estufa o qual juntamente com a camada de ozônio mantém a Terra aquecida, só que com as ações antrópicas o homem interfere de maneira prejudicial neste ciclo e conseqüentemente prejudicando o meio ambiente através de outro mecanismo de devolução de carbono a natureza, por meio da emissão de combustíveis fósseis e da grande quantidade de matéria orgânica em putrefação nos lixões a céu aberto onde essa matéria orgânica produz o metano, que poderia ter como destino final a biogaseificação ou metanização, que é um gás altamente tóxico e vinte vezes mais potente que o gás carbônico.

A emissão de gases é regulamentada pelo protocolo de Kyoto, um tratado internacional que tem como compromisso reduzir os gases do efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O e CFC's) em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012 e o define como sendo o processo que ocorre quando uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera e como conseqüência disso haverá a retenção de calor o qual não é liberado para o espaço, e ressaltando que o efeito estufa em condições ideais é de vital importância, pois sem ele não haveria a vida na Terra porque o efeito estufa serve para manter o planeta aquecido, mas com a emissão demasiada de gases poluentes através de outras fontes vem provocando um desequilíbrio nesse processo natural.

A figura abaixo mostra como se dá o efeito estufa no meio ambiente:

Figura 4 – Efeito Estufa



Fonte: AMABIS, J.M & MARTHO, G.R. Curso básico de biologia.1993.

Conhecidos os métodos de disposição do lixo, podemos retratar que os impactos sanitários são mais contundentes junto às populações gerando as chamadas doenças de saúde pública, pois se sabe que o lixo urbano é veiculador de doenças, que a cada dia se torna mais intensa face à proliferação dos vetores biológicos como as moscas, os mosquitos, as baratas, e os ratos, esses agentes são transmissores de bactérias e fungos de características patogênicas.

A tabela 3 proposta por Burton & Turner (2003) mostra os organismos patogênicos e suas respectivas doenças, caso os resíduos orgânicos sejam tratados de forma incorreta.

Tabela 3 – Organismos patogênicos transmissores de doenças.

Grupo Taxonômico	Organismo Patogênico	Doença
Bactérias	<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
	<i>Salmonella sp.</i>	Salmonelose
	<i>Salmonella tify</i>	Febre tifóide
	<i>Dtaphylococcus aureus</i>	Diarreia
	<i>Brucella abortus</i>	Brucelose
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose
	<i>Shigella dysenteriae</i>	Disenteria
	<i>Bacillus anthracis</i>	Antrax
	<i>Clostridium tetani</i>	Tétano
	<i>Escherichia coli</i>	Colibaciloses
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Listerose

Protozoários	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Eimeria sp</i> <i>Toxoplasma sp.</i>	Disenteria amebiana Giardíase Coccidiose Toxoplasmose
Helminthas	<i>Trichinella spiralis</i>	Triquinose
Nematódes	<i>Enterobius vermiculares</i> <i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Tricuris trichiura</i>	Oxiuríase Ascaridíase Tricocefalíase
Céstodes	<i>Taenia solium e Taenia saginata</i> <i>Echinococcus Granulosos</i>	Teníase Quisto hidático
Tremátodes	<i>Schistosoma mansoni</i>	Bilharziose

Fonte: Burton & Turner (2003)

O excesso de matéria orgânica presente em frutas, legumes e outros alimentos orgânicos presentes no lixo urbano constitui-se um habitat ideal para a proliferação desses vetores que têm produzido conseqüências danosas, principalmente à população infantil, onde as doenças mais comuns são aquelas associadas à falta de saneamento do lixo, como as listadas na tabela 3.

Referindo – se aos impactos ambientais, estes se destacam pela poluição do ar, dos solos e corpos hídricos (superficiais e subterrâneos) provocados por líquidos lixiviados como o chorume, resinas e tintas, lembrando que em alguns casos a poluição pode ser irreversível, tanto para os aquíferos quanto para os mananciais de superfícies (córregos, rios, lagos), devido à dissolução de substâncias químicas, as quais não são retiradas nem mesmo pelos sistemas de tratamento de águas usuais no Brasil.

Os resíduos orgânicos acumulados de maneira contínua em aterros controlados sob a influência dos agentes naturais como a chuva e os microorganismos, se degradam pela bioconvexão da matéria orgânica sob a forma de biogás e lixiviados. Leone (2003) afirma que no aterramento do lixo, um dos problemas ambientais considerados é a emissão do biogás, mistura gasosa combustível produzida pela digestão anaeróbica da matéria orgânica, composto por aproximadamente 45% de CO₂ (dióxido de carbono), 50% CH₄ (metano), que é um combustível capaz de ser coletado e utilizado como fonte de energia, e o restante por 3% de N₂ (nitrogênio), 1% de O₂ (oxigênio) e 1% de outros gases.

Muylaert (2000) coloca que o gás metano possui um alto poder calorífico emitindo 5.800 Kcal para cada 1m³ de gás metano.

Os impactos econômicos oriundos da falta de tratamento adequado de lixo urbano são perfeitamente visíveis, em um primeiro plano quando consideramos os gastos inúteis com tratamentos de saúde para a população carente e, esta voltará a se contaminar se não tiver melhorias efetivas do seu estado nutricional, caso o lixão da área onde moram não seja erradicado, há também que considerar os custos requeridos para requerer a desativação de lixões e demais áreas de despejos clandestinos de resíduos sólidos urbanos, em um segundo plano se tem prejuízo devido à diminuição da produtividade do homem provocada pelas doenças e suas reincidências, do outro lado, o problema bastante comum é a desvalorização das terras próximas às áreas dos lixões, assim como a conseqüente redução de investimentos imobiliários.

Quanto aos impactos sociais tem-se a prática condenável da catação de resíduos nas ruas, avenidas, mercados, feiras e nos próprios lixões, realizada por homens, mulheres e crianças que vivem em condições subumanas nessas áreas de despejos, em contato com materiais contaminados e perigosos, caso do lixo tóxico e do lixo hospitalar.

3. O PROCESSO DE COMPOSTAGEM E A LOGÍSTICA REVERSA

3.1 O RETORNO DA MATÉRIA ORGÂNICA A FONTE GERADORA ATRAVÉS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

O processo de logística reversa é geralmente composto por um conjunto de atividades que uma empresa pretende realizar para coletar, separar, embalar e expedir itens usados, danificados, ou obsoletos, mas existem variantes relacionadas a este tipo de reprocessamento que dependerá de condições para que determinados tipos de materiais possam entrar no processo de logística reversa.

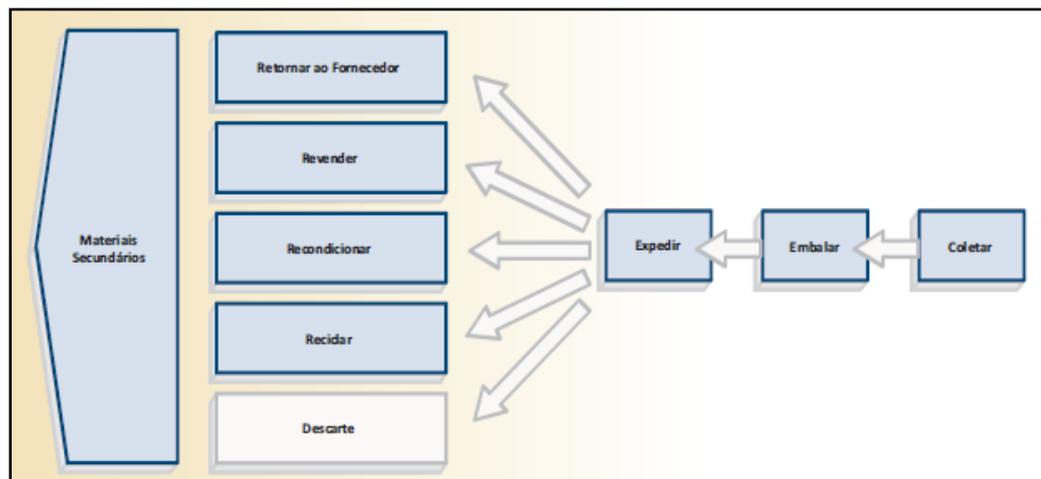
As etapas para o procedimento de logística reversa são (LACERDA, 2009):

- Coletar: a coleta dos resíduos orgânicos pode ser feita pelos postos de recolhimento e também pelo processo de triagem manual, bem como pelas devoluções, ou seja, o cliente adquire um produto alimentício vencido, o qual não deveria ser jogado simplesmente no lixo, mas deveria ser devolvido aonde foi comprado para que a empresa tome as devidas providências.
- Embalar: Após os resíduos orgânicos serem coletados os mesmos devem ser acondicionados de maneira propícia para que não apodreçam rapidamente.

- Expedir: A expedição consiste em colocar cada tipo de resíduo ou produto danificado em seu devido lugar, ou seja, para que eles possam ser retornados aos fornecedores quando estes já repassam o produto danificado ao cliente, revendidos quando os produtos devolvidos podem ser desmontados e as peças reaproveitadas para venda, reconicionados quando os produtos danificados podem ser recuperados ou seja consertados e assim voltam a circular no mercado, reciclados quando podemos reaproveitar materiais que já foram utilizados como matéria – prima para a fabricação de um novo produto e caso não sirvam mais podem ser, por último, descartados.
- Materiais secundários: são o resultados dos novos produtos obtidos através das atividades de reconicionamento, revenda e reciclagem.

As etapas da logística reversa seguem de acordo com a figura abaixo:

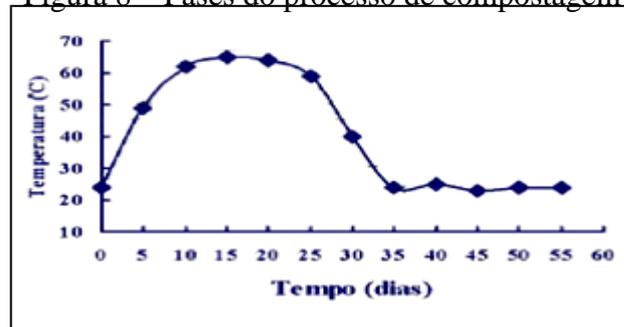
Figura 7 – Etapas do processo de logística reversa.



Fonte: http://www.sargas.com.br/site/artigos_pdf/artigo_logistica_reversa_leonardo_lacerda.pdf

Visto as etapas da logística reversa, podemos então afirmar que quando se der a expedição, no caso da matéria orgânica, esta seguirá para a etapa da reciclagem, a qual chamamos de compostagem, e para se realizar o processo de compostagem de maneira eficiente é preciso observar a quantidade de matéria orgânica que será utilizada, se a matéria orgânica disponível encontra – se em pouca quantidade, o sistema mais adequado a ser utilizado será o sistema aberto, o qual apresenta um baixo custo. Pereira neto & Stentiford (1992) explanam que o processo de compostagem obedece duas fases distintas: a fase termofílica e a fase de estabilização ou cura conforme demonstra o gráfico proposto abaixo:

Figura 8 – Fases do processo de compostagem



Fonte: Pereira Neto & Stentiford (1992)

De acordo com o gráfico a fase termófila inicia – se no ponto zero do gráfico com uma temperatura entre os 20° C e 30° C e nesta fase ocorre uma biodegradação rápida da matéria orgânica. A fase termófila, baseada no gráfico exposto, encerra – se próximo ao quadragésimo dia quando a temperatura na leira volta a se equilibrar com a temperatura inicial do início do procedimento de fabricação do composto, e, identificado o ocorrido, isso significa o término da fase termófila e início da fase de maturação ou cura, fase a qual a temperatura permanece constante até o final do sexagésimo dia.

Para Peixoto (1988) as fases de decomposição da matéria orgânica obedecem quatro fases: inicial, bioestabilização, humificação e húmus. A fase inicial é a primeira e é nesta que ocorre a captação de íons nitrato da matéria castanha pelos microorganismos decompositores que futuramente irão permanecer no composto e se fixarão nas raízes das plantas influenciando bastante no ciclo do nitrogênio na natureza. Na fase de bioestabilização não haverá imobilização e nem mineralização de nitrogênio, e esta mineralização do nitrogênio ocorrerá apenas na fase de humificação, sendo que na fase de húmus ocorrerá a mineralização do húmus.

Nakagawa (1992) explana que para se produzir um composto de boa qualidade é necessário dispor de um terreno limpo, o qual é marcado um retângulo com largura entre 1m e 1,5 m, sendo que o comprimento irá depender do volume de composto que será produzido, e, em função do volume do composto que será produzido utiliza – se um recipiente de medida como balde, carroça, carriola e etc. para dispor a matéria orgânica sobre o retângulo marcado no terreno constituindo – se então a primeira camada.

Constituída a primeira camada, em seguida adiciona – se um volume de resíduos que irá funcionar como fonte de nitrogênio para que ocorra o processo oxidativo e posteriormente a leira será irrigada de tal forma que a umidade atinja cerca de 50 a 60% da capacidade de retenção de água na mistura, concluindo – se assim a segunda camada.

Com a terceira camada concluída, adiciona – se sobre esta mais uma camada de matéria orgânica alternada com lodo de esgoto até que atinja uma altura de cerca de 1m a 1,5 m e irrigando da mesma maneira que a segunda camada foi umedecida. Nesta última etapa deve – se revestir a última camada da leira com matéria orgânica. Com a conclusão da leira, é necessário que se faça uma manutenção da leira através do controle da temperatura que pode ser obtida através da inserção de um cano no meio da leira o qual é inserido um termômetro preso por uma varinha de bambu.

Quando se verificar temperaturas entre 50°C e 60°C faz – se a revirada da leira com uma enxada do topo para baixo, essa ação promove o abaixamento da temperatura, a adição de mais água irá restaurar a umidade do meio e durante o reviramento inicial pode – se observar o desenvolvimento de fungos, os quais são responsáveis pela degradação inicial do material orgânico.

Essa operação deve ser repetida semanalmente até o início da fase da cura (término da fase termófila) onde a verificação, para saber se o composto está curado, ou seja, pronto para ser usado é analisar o teor da relação C/N, ou de maneira prática esfregar um pouco do composto nas mãos, e caso deixe as mãos com a sensação de estarem sujas de graxa significa que o composto está pronto para o uso. Esse processo pode ter duração de até 180 dias.

Hoje a biotecnologia contribui bastante para a aceleração das etapas da compostagem e para entender como esse processo se desenvolve, podemos afirmar, de acordo com o Instituto Colombiano para El Desarrollo de La Ciencia y la Tecnologia, que a biotecnologia é a aplicação dos recursos tecnológicos que utiliza sistemas biológicos e organismos vivos ou seus derivados para a criação ou modificação de diversos produtos ou processos em uso. Considerando – se o conceito acima concluímos que a biotecnologia objetiva o melhoramento de espécies vegetais e animais, ou ainda que desenvolva microorganismos para um determinado fim acelerando e aumentando a eficiência dos processos envolvidos, e percebe – se que essa modificação ou criação da matéria viva é utilizada em benefício do ser humano.

A Academía de Biotecnología Del Centro de Investigaciones Biologicas Del Noroeste - CIBNOR, afirma que a biotecnologia pode ser conceituada como a aplicação de um conjunto de tecnologias que vão desde as técnicas “tradicional”, como por exemplo, a fermentação e o controle biológico, até as técnicas modernas, como por exemplo, o emprego da engenharia genética.

O conceito proposto pela CIBNOR nos remete que a biotecnologia já era utilizada há bastante tempo, mesmo que de maneira rústica, mas já era praticada muito antes de Cristo, como por exemplo, a utilização de levedura, ou seja, o cultivo do fungo *Saccharomyces spp*,

no processo de fermentação para a fabricação de bebida alcoólica, levando – se em conta o processo de compostagem, o mesmo já era muito antigo e para produzir nutrientes utilizava – se um processo biotecnológico rústico que é a degradação natural da matéria orgânica através de microorganismos decompositores.

Atualmente a biotecnologia contribui através da engenharia genética com a descoberta de novas vacinas, medicações, tratamentos para doenças que ainda não possuem cura, como também contribuiu para o desenvolvimento dos primeiros seres vivos clonados.

Visto os conceitos, outro método utilizado para se obter composto orgânico é a utilização do processo biotecnológico conhecido como biodegradação acelerada que foi desenvolvido por um grupo de cientistas que fundaram a empresa Bioexton com a finalidade de desenvolver métodos para auxiliar na preservação ambiental. Este processo biotecnológico garante a não geração de chorume e a não emissão do gás metano, transformando a matéria orgânica em um composto orgânico humificado e solubilizado sem passar pelo estágio de putrefação, o que auxilia as empresas que geram grandes volumes de resíduos orgânicos como ocorre em abatedouros, supermercados, usinas de álcool, fábricas de papel e celulose, e resíduos agroindustriais. A biodegradação acelerada ocorre em um tempo médio de cinco dias e dentro desse prazo a matéria orgânica em fase de biocompostagem passa por quatro etapas distintas.

A primeira etapa é a de humificação onde irá ocorrer a biodegradação acelerada da matéria orgânica sem que haja a putrefação, transformando – a em um composto biologicamente estável, na segunda etapa ocorrerá a nitrificação, ou seja, haverá a captação de nitrogênio do ar e a fixação deste na matéria orgânica através de bactérias nitrificantes, na terceira etapa que é conhecida como solubilização, é onde irá ocorrer a disponibilização de mais de 95% dos minerais e elementos (nutrientes) existentes na matéria orgânica, deixando – a mineralizada e pronta para ser assimilada pelas plantas, a última etapa é a esterilização, a qual haverá grande geração de calor pelas bactérias termofílicas e mesofílicas e que elevarão a temperatura para mais de 100°C por mais de 24 horas ininterruptas, o que exclui a sobrevivência de qualquer agente patógeno.

Podemos dizer que a produção dos biofertilizantes líquidos são outra alternativa para destinação final dos resíduos orgânicos, pois possuem compostos bioativos resultantes da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal e vegetal, onde, em seu conteúdo são encontradas células vivas ou latentes de microorganismos de metabolismo anaeróbico, aeróbico e de fermentação. Apesar da produção de biofertilizantes líquidos serem produzidos em maior escala nos países desenvolvidos, no Brasil a produção desse tipo de biofertilizante

já foi realizado na cidade de São Paulo sendo fabricado por meio da compostagem líquida em tanques com capacidade de até 50 mil litros.

A produção do biofertilizante líquido se dá através da utilização de água não clorada e esterco fresco bovino, posteriormente enriquecido com um composto orgânico nutritivo que pode ser o microgeo composto este registrado no Ministério da Agricultura e certificado pelo IBD e que possui diversas fontes orgânicas e inorgânicas, bem como silicatos de magnésio, cálcio, ferro e outros constituintes fundamentais para o metabolismo primário e secundário das plantas.

Para se fabricar o biofertilizante líquido é necessário o acompanhamento de quatro etapas. Segundo Santos (2007) durante o processo de fermentação a primeira fase que ocorre é a de latência que compreende o período de adaptação dos microorganismos, após o qual as células dão início ao processo de fermentação, para posteriormente dar início à segunda fase que se dá através do crescimento exponencial, ou seja, irá ocorrer um elevado processo de divisão celular com a produção de biomassa e liberação de metabólitos primários: carboidratos, aminoácidos, lipídeos, nucleotídeos, vitaminas, proteínas e enzimas.

A terceira etapa é denominada de fase estacionária, é nesta etapa que as células param de se dividir e as colônias, após juntarem – se, iniciam um processo de diferenciação celular produzindo metabólitos secundários como forma de defesa: fenóis, ácidos orgânicos e outras proteínas de cadeia longa, e de alto interesse biotecnológico, e, por último, a quarta etapa se dá através da morte celular, pois isso ocorre devido ao esgotamento de todas as fontes de energia e, então as células começam a morrer numa velocidade exponencial e que cada microorganismo participante do processo degrada o alimento para o outro, numa relação de interdependência mútua e harmônica e, assim, o processo de fermentação acaba sendo contínuo devido ao meio nutritivo que os microorganismos se encontram.

Explicada as etapas, a produção do biofertilizante líquido se dá através das proporções estabelecidas pela equipe do Laboratório de Patologia e Controle Microbiano da ESALQ que determina 1Kg de composto orgânico para 4 litros de esterco de gado para cada 20 litros de água, depois de misturado em um reservatório deve – se agitar a mistura com um rodo e após 15 dias, segundo Santos & Akiba (1996) o composto líquido já pode ser aplicado no solo em concentrações de até 20%, nas folhas pode ser pulverizado em concentrações entre 0,1% e 5%. O biofertilizante deve ser aplicado durante as fases de crescimento e produção da planta não sendo recomendado o uso durante a fase de florescimento.

4. METODOLOGIA

O artigo em questão trata-se de uma revisão bibliográfica, ou seja, descritiva, argumentativa e documental, na qual foram utilizados livros de renomados autores e artigos publicados pesquisados com a introdução das palavras – chave meio ambiente, sustentabilidade, logística reversa, matéria orgânica, compostagem e biotecnologia. As busca foram realizadas entre as datas de 20 de fevereiro de 2016 até 02/06/2016 e os artigos foram analisados de acordo com o título e resumo dos trabalhos.

Os procedimentos metodológicos aplicados na construção deste artigo foi definir o referencial teórico e posteriormente a isso dividi-lo em quatro partes: introdução, desenvolvimento, metodologia e conclusão. O referencial teórico citado na introdução e no desenvolvimento do artigo foi retirado de artigos de bases de buscas confiáveis, como por exemplo a Scielo, também utilizou-se a ferramenta google livros, livros impressos e monografias que tem como base a relevância do tema proposto neste artigo.

No desenvolvimento do presente artigo, o referencial teórico está baseado na investigação, análise e na fundamentação afim de se obter os conhecimentos detalhados sobre o assunto. A pesquisa bibliográfica é uma forma de se coletar as informações para que haja a compreensão da temática em questão durante a leitura onde a mesma assume o papel exploratório, seletivo, analítico, reflexivo e interpretativo para que haja a possibilidade de formulação do pensamento crítico sobre as obras estudadas e a inserção desse pensamento no desenvolvimento deste trabalho.

Para a conclusão dessa pesquisa bibliográfica foram formulados em cima dos achados de um autor para outro, das divergências entre os mesmos ou da concordância de idéias entre um e outro autor. Essa etapa do artigo detalha como podemos chegar a um resultado, positivo ou negativo, mas que é de bastante importância para se formular a conclusão, levando-se em conta as fontes do referencial teórico utilizado para finalizar o artigo.

5 CONCLUSÃO

Segundo os autores citados neste trabalho podemos afirmar que o lixo orgânico caso não seja compostado, deve – se depositá – los em aterros sanitários seguidas de todas as normas de saneamento básico e tratamento do lixo para se evitar a produção de chorume devido ao processo de decomposição do mesmo. Por outro lado os autores procuram nos mostrar que o lixo orgânico pode ser utilizado para a produção de energia como o biogás ou a produção de adubo orgânico muito utilizado na agricultura através da compostagem.

Segundo Teixeira et al. (2002) a compostagem vem sendo utilizada há bastante tempo para a estabilização dos variados resíduos agrícolas e apresenta – se, atualmente, como alternativa viável e de baixo custo para o processamento da parte orgânica do lixo urbano, pois o mesmo na forma de composto orgânico uniforme pode ser utilizado na produção de alimentos e principalmente na agricultura familiar, sendo uma alternativa viável do processo de compostagem.

Os resíduos orgânicos oriundos das indústrias alimentícias, de móveis, os supermercados, frigoríficos, abatedouros, usinas de álcool, indústria de papel e celulose, indústria de móveis, fazendeiros, e etc. deveriam adotar o processo de compostagem e um suporte de logística reversa em seus estabelecimentos como alternativa viável para a prática da sustentabilidade do planeta, além disso, o uso deste procedimento somado a biotecnologia tende a custos aceitáveis dentro dos padrões praticados atualmente para empresas que desejam de maneira sustentável destinar os resíduos orgânicos produzidos corretamente através da compostagem.

Segundo a Revista Agroanalysis da FGV, edição de fevereiro do ano de 2009, afirma que o Brasil importa 75% dos nutrientes consumidos na agricultura, mas com a prática da compostagem este valor percentual poderia diminuir porque os dados estatísticos presentes neste trabalho mostram a capacidade que o Brasil possui de produzir adubo orgânico de qualidade a baixos custos. De acordo ainda com a Revista Agroanalysis, o Brasil possui poucas alternativas de empresas que produzem compostos agrícolas e substratos necessários, isso explica o alto percentual de importação desse tipo de produto que são obtidos através do processo de compostagem, e, diante desses dados é reafirmada mais uma vez a viabilidade para abertura de empresas nesse ramo de negócio, ou também pode ser visto como uma forma de melhorar as políticas de gestão ambiental das empresas que contribuem para o aumento do lixo orgânico.

O Poder Público também deveria focar mais sua atenção para viabilização dessa prática porque as secretarias de meio ambiente são as responsáveis pelo recolhimento dos lixos domiciliares e das vias públicas, o que seria outra fonte de matéria – prima para produção de composto orgânico, além de contribuir para a redução de lixões a céu aberto, os quais são fontes de variadas doenças.

A referida revisão bibliográfica permitiu que visualizássemos os benefícios da produção de composto orgânico por meio da compostagem, prática essa que deveria ser implantada principalmente em empresas que trabalham com gêneros alimentícios e a indústria

moveleira, mas a participação da sociedade também é fundamental porque a maior parte do lixo domiciliar é constituído de matéria orgânica.

A logística reversa para ser implantada nas empresas tanto públicas quanto privadas de forma satisfatória necessita do apoio da alta direção e de uma equipe desenvolvedora do projeto para que se possa elaborar um planejamento o qual se detecte a viabilidade econômica, vantagens e desvantagens e os respectivos prazos de execução, pois a alta direção de posse dessas informações é que irá aprovar ou reprovar essa iniciativa apoiando – se na política interna da empresa.

Este artigo procurou mostrar como se desenvolve o processo de compostagem dentro do meio ambiente através de conceitos, citações, tabelas e ilustrações que contribuem para um melhor entendimento do assunto que no decorrer do tempo ocupa cada vez mais espaço de destaque no enfoque mundial, pois a preocupação com a sustentabilidade do planeta já se tornou um problema de todos e que deveríamos através da educação ambiental, aprender práticas inovadoras e consolidar esta visão não só nas empresas, mas dentro de nossas casas também, pois sendo assim, a sociedade seria uma das maiores beneficiadas por esse sistema.

De acordo com os autores eles ressaltam que assuntos como meio ambiente e a sustentabilidade do planeta são temas recentes e que as falhas estão ligadas não a cadeia reversa, mas sim na falta de implementação da mesma pelos empresários e pela própria população e que quando se investe neste setor a empresa e a população garantirá bons resultados para si e também para todos.

A logística reversa aliada a compostagem gera benefícios para a empresa e não exige grandes investimentos, não polui o meio ambiente, não exige a retirada de nova matéria – prima da fonte natural, incentiva a cidadania e gera trabalho porque incentiva o equilíbrio do ambiente empresarial e social com o meio ambiente, enquanto que outras práticas perigosas como investir em compra de terrenos para aumentar o número de lixões que trazem malefícios a saúde ou compra de incineradores que produzem gases com substâncias cancerígenas, não colabora com a sustentabilidade do meio ambiente e exige retirada de nova matéria – prima da natureza.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rui O. B. de. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2000 p.258.

A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E COMPOSTAGEM. Disponível em Ecoltec.com-Publicações Técnica <[http:// www.ecoltec.com.br/publicações técnicas.htm](http://www.ecoltec.com.br/publicações_técnicas.htm)>. Acesso em 10 de fev. 2015.

BURTON, C.H., TURNER, C. 2003. **Manure Management. Treatment strategies for sustainable agriculture**. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK. 2nd Edition.

COLCIENCIAS. **Información general em biotecnología. Instituto Colombiano para El Desarrollo de la Ciencia y La Tecnología, Colômbia**. Disponível em: <<http://www.colciencias.gov.co/simbiosis/educacion/conceptosbasicos.htm#biotecnologia>>

CIBNOR. **¿Quéés biotecnología?** Academia de Biotecnología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. Disponível em: <<http://www.cibnor.mx/grupo/abt/ebitec.html>>. Acesso em 8 de fev. 2015.

CAMPBELL, STU. **Manual de compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico**; tradução de Marcelo Jahnel. São Paulo: Nobel, 1999. 144p.

DESTRUIÇÃO DE PATÓGENOS E COMPOSTAGEM DE BIODSÓLIDOS. Disponível em Ecoltec.com-Publicações. Técnicas <[http:// www.ecoltec.com.br/publicações técnicas.htm](http://www.ecoltec.com.br/publicações_técnicas.htm)>. Acesso em 09 de fev. 2015.

D'ALMEIDA, M. L. O., VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT: CEMPRE, 2000.

DIAS, Genebaldo F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**, São Paulo, Editora Gaia, 6. ed. Revisada e Ampliada, 2000.

GLÓRIA, N.A. **Uso agrônômico de resíduos**. In: Reunião Brasileira De Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, p.20, Piracicaba, 1992. Campinas: Fundação Cargill, 1992 p. 102.

GROSSI, Maria Gricia de Lourdes. **Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileiras de lixo doméstico através da determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas**. São Paulo. Tese de Doutorado em Química, 1993.

JAMES, Bárbara. **Lixo e Reciclagem**. São Paulo, Scipione, 1997. 43p.

KIEHL, E.J. **Preparo do composto na fazenda**. Campinas, Casa da Agricultura, 1993 p. 99.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1985 p. 65.

KIEHL, E.J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, 1998 p. 72.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. In: Revista de Tecnológica. São Paulo: Ano VI, n. 74, Janeiro/2002.

LEONE, J. **America Experience on Landfill Biogas Recovery**. AMERESCO CETESB, 2003 p.59.

MUYLAERT, M. S. **Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta**. Rio de Janeiro: Ed. COPPE, 2000 p.84.

NAKAGAWA, J. **Compostagem: obtenção e uso**. In: GUERRINI, I.A. & BULL, L.T. Eds. **ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO**. 1. Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1992 p. 95.

PEIXOTO, Ricardo T.G. **Compostagem – Opção para o manejo orgânico do Solo**. Londrina, IAPAR, 1988. Circular, 57. 48p.

PEREIRA NETO, J.T. & STENTIFORD, E.I. **Aspectos epidemiológicos da compostagem**. Revista Biológica, 1992.

PEREIRA, Potyara Amazoneida P. **A Metamorfose da questão social e a reestruturação das políticas sociais**. In: Capacitação em Serviço Social e Política Social: módulo 01. Brasília. CEAD. 1999.

REIS, M. F.P., e REICHERT, G.A., e BRITO, M.J.P. **Segregação na Origem: uma solução para a qualificação do composto produzido em unidade de triagem compostagem de resíduos sólidos**. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Porto Alegre, 2000, **Artigo**: Porto Alegre-RS, ABES 2000. 6p.

RIBEIRO, H.; BESEN, G.R. 2007. **Panorama da Coleta Seletiva no Brasil: Desafios e Perspectivas a partir de Três Estudos de Casos**. INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. v.2, n.4, Artigo 1, Ago.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR; SILVA, F. M. **Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 658-664, set./dez. 2007

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R.F.; GERMANO, V.L.C. **Composição química de compostos de lixo orgânico urbano de Barcarena.** Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/404178/1/com.tec.71.pdf>>. Acesso em 9 de fev. 2016.