



**FACULDADE CATÓLICA DE ANÁPOLIS**  
**PÓS GRADUAÇÃO EM PERÍCIA, AUDITORIA E GESTÃO AMBIENTAL**

**COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE  
RESÍDUOS INDUSTRIAIS**

FRANCISCA EDILZA LIMA NOBRE  
LÍVIA MAYRA BANDEIRA  
ORLANDO MENEZES JÚNIOR

**ANAPÓLIS**  
**2015**

**FRANCISCA EDILZA LIMA NOBRE  
LÍVIA MAYRA BANDEIRA  
ORLANDO MENEZES JÚNIOR**

**COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE  
RESÍDUOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Católica de Anápolis como requisito para a obtenção do título de Especialista em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental.

**Orientador:** Prof. Me. Diego Tarley Ferreira Nascimento.

**ANÁPOLIS  
2015**

**FRANCISCA EDILZA LIMA NOBRE  
LÍVIA MAYRA BANDEIRA  
ORLANDO MENEZES JÚNIOR**

**COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Especialização em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental da Faculdade Católica de Anápolis como requisito para obtenção do título de Especialista.

Anápolis-GO, 22 de abril de 2015.

APROVADA EM: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ NOTA \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Halan Bastos Lima  
Convidado

---

Esp. Aracelly Rodrigues Loures Rangel  
Convidada

*"Tomou, pois, o Senhor Deus ao homem e o colocou no jardim do Éden para o cultivar e o guardar."*

*Gn 2.15.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Contaminação do Solo por disposição irregular de resíduos industriais.....	<b>09</b>
<b>Figura 2</b> – Contaminação da Água pelo despejo de resíduos industriais.....	<b>10</b>
<b>Figura 3</b> – Contaminação do ar por emissão de resíduos particulados industriais.....	<b>10</b>
<b>Figura 4</b> – Aterro Sanitário bem planejado.....	<b>11</b>
<b>Figura 5</b> – Aterro sanitário a céu aberto.....	<b>11</b>
<b>Figura 6</b> – Separação dos resíduos para reciclagem.....	<b>14</b>
<b>Figura 7</b> – Resíduos sólidos na indústria.....	<b>16</b>
<b>Figura 8</b> – Utilização de Composto Orgânico.....	<b>19</b>
<b>Figura 9</b> – Modelo de Compostagem anaeróbica, utilizada na captação de gases para produção de energia.....	<b>19</b>
<b>Figura 10</b> – Modelo de Compostagem aeróbica.....	<b>20</b>
<b>Figura 11</b> – Resíduos orgânicos potencialmente utilizáveis na compostagem.....	<b>22</b>
<b>Figura 12</b> – Localização aproximada da JM Paletes Empreendimento de Madeira no município de Abadiânia-GO.....	<b>24</b>
<b>Figura 13</b> – Área da JM PALETES EMPREENDIMENTO DE MADEIRA LTDA.....	<b>25</b>
<b>Figura 14</b> – Fluxograma geral dos processos de compostagem.....	<b>28</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Resíduos Sólidos gerados pelas atividades industriais.....	<b>08</b>
<b>Quadro 2</b> – Classificação dos Resíduos Sólidos conforme a ABNT.....	<b>08</b>
<b>Quadro 3</b> – Classificação dos Resíduos Sólidos conforme o CONAMA.....	<b>09</b>
<b>Quadro 4</b> – Tipos de resíduos industriais.....	<b>16</b>
<b>Quadro 5</b> – vantagens do uso da compostagem.....	<b>23</b>

## COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Francisca Edilza Lima Nobre<sup>1</sup>  
Lívia Mayra Bandeira<sup>2</sup>  
Orlando Menezes Júnior<sup>3</sup>  
Prof. Me. Diego Tarley<sup>4</sup>

**RESUMO:** A presente pesquisa propõe um estudo sobre a disposição inadequada de resíduos sólidos que contaminam os recursos hídricos, o solo, o visual do ambiente e atraem catadores e animais, vetores de doenças, representando um problema presente em muitas localidades. Apresentou-se, ainda, uma proposta de implantação de sistema de reciclagem de compostagem para os resíduos orgânicos industriais, no distrito industrial do município de Abadiânia Goiás. O objetivo da pesquisa centralizou-se em avaliar o potencial da compostagem no tratamento de resíduos industrial na produção de insumos, como alternativa de destinação e tratamento dos resíduos sólidos, mostrando os benefícios, limitações e as técnicas de elaboração do composto e destacando as possibilidades de agregação de valor ao produto. Após estudos, concluiu-se a importância da Compostagem como meio de evitar a acumulação dos resíduos em lixos, onde o processo propõe um destino aos resíduos industriais. Para o desenvolvimento deste, utilizou-se a revisão bibliográfica, que além de enriquecer deu comprovação à pesquisa.

**Palavras-chave:** Resíduos industriais. Técnicas de tratamento. Compostagem.

### 1INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar o potencial da compostagem no tratamento de resíduos industrial na produção de insumos, como alternativa de destinação e tratamento dos resíduos sólidos, mostrando os benefícios, limitações e as técnicas de elaboração do composto e destacando as possibilidades de agregação de valor ao produto e ganho ambiental.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Biologia

<sup>2</sup> Tecnóloga em Gestão Ambiental

<sup>3</sup> Tecnólogo e Gestão Ambiental

O trabalho trata-se de um estudo de natureza qualitativa e pode ser compreendido como uma pesquisa exploratória que tem por finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que se investiga. Para tanto, o trabalho se utiliza de referencial bibliográfico, com o objetivo de indagar e de buscar informações sobre o assunto. Com este propósito houve uma revisão das publicações na área, através de artigos no meio acadêmico e profissional, dissertações, teses e livros referentes. Com intenção de atender a uma aplicação prática, o presente trabalho visou apresentar o sistema de tratamento por compostagem como alternativa no tratamento de resíduos industriais de um empreendimento na área de paletes de madeira, localizado no município de Abadiânia-GO.

## **2 RESÍDUOS SÓLIDOS**

São definidos os Resíduos Sólidos, segundo Norma Brasileira (NBR) 10004-2004, item 3.1,

Resíduos no estado sólido ou semisólidos, que resultam das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de estações de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalação de controle de poluição[...]

Sabe-se que, constantemente, as indústrias produzem uma quantidade considerável de resíduos que prejudicam o meio ambiente, bem como, a saúde da população. Neste sentido, Naumoff e Peres (2000) descrevem que os resíduos sólidos são originados das atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelreira, alimentícia, etc., podendo ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas, dentre outros.

O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (CONAMA) nº 313, de 29 de outubro de 2002, cita como resíduos sólidos gerados pelas atividades industriais, aqueles indicados pelo Quadro 01, como se vê a seguir.

**Quadro 1-Resíduos Sólidos gerados pelas atividades industriais**

Resíduos de varrição de fábrica
Resíduos gerados fora do processo industrial (escritório, embalagens, etc.)
Resíduos de restaurante (restos de alimentos)
Sucata de metais ferrosos
Embalagens metálicas (latas vazias)
Tambores metálicos
Embalagens de metais não ferrosos (latas vazias)
Resíduos de plásticos polimerizados de processo
Resíduos de papel e papelão
Bombonas de plástico não contaminado
Resíduos de borracha
Resíduos de acetato de etilvinila (EVA)
Espumas
Resíduos de minerais não metálicos
Resíduos de madeira contendo substâncias não tóxicas
Cinzas de caldeira
Escória de produção de ferro e aço
Resíduos de refratários e materiais cerâmicos
Resíduos de vidros
Resíduos sólidos compostos de metais não tóxicos
Resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes contendo material biológico não tóxico
Outros resíduos não perigosos
Lodo

**Fonte:** Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n. 313 de 2002.

De acordo com a norma NBR 10.004, de 31 de maio de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para que possam ser gerenciados adequadamente, os resíduos sólidos são classificados de acordo com seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, como mostra o Quadro 02.

**Quadro 2-Classificação dos Resíduos Sólidos conforme a ABNT**

<b>Classe I</b>	Resíduos perigosos	São aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, e apresentam as características de; inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
<b>Classe II A</b>	Resíduos Não Perigosos Não-Inertes	Não Inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
<b>Classe II B</b>	Resíduos Não Perigosos Inertes (Classe II B)	São aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

**Fonte:** Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.004 de 2004.

Já pela ótica da resolução nº358/2005 do CONAMA, os resíduos sólidos podem ser classificados em cinco grupos, apresentados no Quadro 03.

**Quadro 3-**Classificação dos Resíduos Sólidos conforme o CONAMA

Grupo A	São resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.
Grupo B	São resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.
Grupo C	Quaisquer materiais resultante de atividades humanas que contenham rádio nucléos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista
Grupo D	Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
Grupo E	São objetos ou instrumentos contendo cantos, bordas, pontas ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar.

**Fonte:** Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)n 358 de 2005.

A respeito dos impactos provocados pelos resíduos sólidos industriais, conforme ilustrado pelas Figuras 01, 02 e 03, os mesmos não prejudicam apenas o solo, mas poluem também a água, o ar e a própria biota e fauna.

**Figura 1-**Contaminação do Solo por disposição irregular de resíduos industriais



Fonte:DW, 2013.

O descarte inadequado de resíduos sólidos classe I que causam contaminação ao solo e águas subterrâneas devido os produtos contaminantes restantes nos recipientes.

**Figura 2-**Contaminação da Água pelo despejo de resíduos industriais



Fonte:OZENHARIA, 2013

Os resíduos industriais descartados diretamente ou indiretamente nos rios e lagos contaminando água superficiais que atingem a fauna e flora existentes nesses recursos hídricos.

**Figura 3-**Contaminação do ar por emissão de resíduos particulados industriais



Fonte: CULTURAMIX, 2013.

Os impactos produzidos pela revolução industrial ocorrida entre os séculos XVIII e XIX, mudança da percepção ambiental e pela falta de recursos naturais, as indústrias necessitaram de maior atenção com relação aos rejeitos que produziam e com o grau de perigo e o tratamento desses resíduos antes de serem devolvidos à natureza. Os rejeitos mais perigosos necessitam de atenção especial, devido ao risco de acidentes e impactos ambientais que podem alcançar proporções incalculáveis. Miltom Santos (1996).

Os resíduos produzidos pela atividade industrial podem ser condicionados, seja temporariamente ou não, tratados ou dispostos em aterros sanitários controlados (Figura 04), porém, algumas vezes, essa disposição ocorre em locais inapropriados (Figura 05).

**Figura 4-**Aterro Sanitário bem planejado



Fonte: RONDONIA DIGITAL, 2013.

A Figura 05 mostra uma forma de disposição de lixo conhecido por lixão ou vazadouro, que consiste em uma forma inadequada e ilegal de dispor do lixo. Segundo a legislação brasileira de disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), o lixão é caracterizado pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Não há preparação prévia do solo e inexistente um sistema de tratamento sobre o chorume (líquido que escorre do lixo). Essa deficiência permite a contaminação do solo e do lençol freático, por meio da percolação do referido líquido (IPT, 1995).

**Figura 5-**Aterro sanitário a céu aberto



Fonte: CINTRA, 2013.

O lixo, despejado ao ar livre, colabora para o aparecimento de vetores, como moscas, mosquitos, baratas, ratos, responsáveis por doenças infecciosas, como a leptospirose e outras se configurando, portanto, como um risco à saúde pública.

O despejo indevido de resíduos sólidos, líquidos e gasosos de diversas fontes provocam alterações nas características do solo, da água e do ar, podendo poluir ou contaminar o meio ambiente. A poluição ocorre quando esses resíduos modificam o aspecto e a forma natural do meio físico, enquanto o meio é considerado afetado, se existir a mínima ameaça à saúde humana e seres vivos em geral.

A grande diversidade das atividades industriais que ocorre durante o processo produtivo promove um efeito estufa de poluição. Contudo, é preciso observar que nem todas as indústrias geram resíduos que provocam um impacto ambiental. Conforme Santos e Dias (2012,p.29) “A questão dos resíduos sólidos urbanos é absolutamente urgente, dada a dimensão catastrófica da sua situação nos municípios e nas regiões metropolitanas, e do atraso brasileiro no enfrentamento desse tema”.

Acredita-se que os problemas decorrentes dos resíduos precisam-se ser tratados de acordo com a diferença de comunidades ou mesmo a complexidade do ambiente em cada local e ainda lembrando que é preciso pensar quanto aos recursos existentes. De acordo com Oliveira (1992), quando dispostos inadequadamente, os resíduos sólido poluem o ambiente da seguinte forma:

- poluição visual: as pilhas de lixo, descartadas de maneira inadequada, provocam uma perturbação visual nas pessoas e contribui para perda do valor natural e econômico da área em que o mesmo é despejado;
- poluição do solo: a decomposição do lixo, principalmente da fração orgânica do mesmo, gera o chorume. Esse líquido altera as características físico-químicas do solo, tornando-o muitas vezes indisponível para outros fins, como a agricultura, representando assim um prejuízo ao meio-ambiente. Outro aspecto negativo dos lixões é funcionar como criadouro e abrigo de vetores de doenças como moscas, ratos e baratas;
- poluição da água: o chorume, ao escorrer e/ou penetrar no solo é capaz de poluir mananciais de água, tanto subterrâneos como superficiais;
- poluição do ar: o processo de decomposição dos resíduos provoca a formação de gases, como dióxido de carbono, metano e ácido sulfídrico, ocasionando riscos de migração de gás, explosões, doenças respiratório para o ser humano.

Para lidar com esse tipo de problema, existem técnicas apropriadas, mas nem sempre se pode dispor desse tipo de tecnologia. Nesse caso, torna-se viável operar aterros sanitários, com tecnologias simplificadas. Esses procedimentos são regulamentados pela Resolução nº 404, de 2008, que considera aterros sanitários de pequeno porte, aqueles com disposição diária de até 20 toneladas. Conforme Campos 2008:

Tecnologias simplificadas de aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) caracterizam-se pela menor complexidade de implantação, operação e por requerem um investimento de capital menor do que os aterros sanitários convencionais. [...] Na literatura existem várias tecnologias simplificadas propostas, a saber: aterro manual JARAMILLO (1997), aterro em valas CETESB (1997 a), aterro sustentável CASTILHOS JR (2003) e aterro sanitário simplificado CONDER (2004) todas muito similares (CAMPOS, 2008, p.22).

O aterro controlado é bem semelhante ao aterro sanitário e é considerado aceitável quando a execução do deste se mostrar onerosa. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) n. 8849 de 1985, o aterro controlado se apresenta como uma alternativa para as comunidades de pequeno porte, uma vez que os seus custos são menores e podem ser utilizados equipamentos mais simples para a operação ocorrer de forma manual (DIAS, 2003).

Por sua vez, o aterro sanitário trata-se de uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, de forma a não causar danos à saúde pública, diminuindo os impactos ambientais. O método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou então, a intervalos menores, se for o caso, esclarece ainda Gadelha et al. (2008):

O sistema de aterro sanitário precisa ser associado à coleta seletiva de lixo e à reciclagem, o que permitirá que sua vida útil seja bastante prolongada, além do aspecto altamente positivo de se implantar uma educação ambiental com resultado promissor na comunidade, desenvolvendo coletivamente uma consciência ecológica, cujo resultado é sempre uma maior participação da população na defesa e preservação do meio ambiente (GADELHA et al., 2008, p.8).

Desta forma, para um projeto de aterro sanitário deve-se pensar em um planejamento de implantação de coleta seletiva, de práticas de educação ambiental e de redução do consumo.

De acordo com Russo (1995) existem várias técnicas de tratamento de resíduos: reciclagem, incineração, compostagem, entre outras. A reciclagem é a mais prática forma de

tratamento de resíduo, quando se dá outra destinação ao resíduo descartado (Figura 06). Contudo, apenas alguns tipos de resíduos são sujeitos a serem reciclados, como é o caso do metal, vidro e papel.

**Figura 6**-Separação dos resíduos para reciclagem



Fonte: IRNA, 2013.

Sabe-se que o equipamento incinerador, utilizado para a queima de resíduos de serviços de saúde ou indústria, é de grande porte. São expostos os resíduos a temperatura alta (em média 900°C), os compostos orgânicos são minimizados e seus constituintes (dióxido de carbono gasoso e vapor d'água) e os resíduos inorgânicos transformam-se em cinzas. O melhor do sistema é o da redução do volume e o de neutralizar a ação poluidora dos mesmos. Essa transformação acontece numa instalação, usualmente denominada usina de incineração, projetada e construída para este fim.

A Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 306 de 07 de Dezembro de 2005, indica tratamentos específicos para determinados grupos de resíduos definidos pelo CONAMA: Os resíduos do grupo A serão submetidos ao tratamento em autoclave, para a redução ou eliminação da carga microbiana. Os resíduos do grupo B, por não sofrerem processos de reutilização, recuperação ou reciclagem, não serão submetidos ao sistema de tratamento. Resíduos do grupo D, como flores, resíduos de podas de árvore e jardinagem, sobras de alimento, não serão submetidos ao tratamento, pelo fato de não serem reaproveitados posteriormente. Os resíduos do grupo E contaminados, são submetidos ao tratamento em autoclave, para a redução ou eliminação da carga microbiana. Resíduos de reagentes de laboratórios (líquidos do grupo B) são diluídos em água corrente, durante um período de 20 minutos, para que seja reduzida a concentração de tais reagentes e assim, minimizado o risco de dano ao meio ambiente.

## 2.2 SISTEMA DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

O sistema de compostagem é também um processo de fácil manejo e mais conhecido como forma de utilizar e transformar os diferentes tipos de resíduos orgânicos em adubo. O mesmo, adicionado ao solo, provoca melhorias em suas características físicas, químicas e biológicas, elevando a produção agrícola. Esta técnica surgiu com o interesse de aperfeiçoar e acelerar a humificação da matéria orgânica, para maximizar a produção agrícola. Sabe-se que a natureza por si só, realiza esse processo, porém, de forma mais lenta, uma vez que necessita de condições ambientais, como também das características dos resíduos orgânicos. (Almeida/2005).

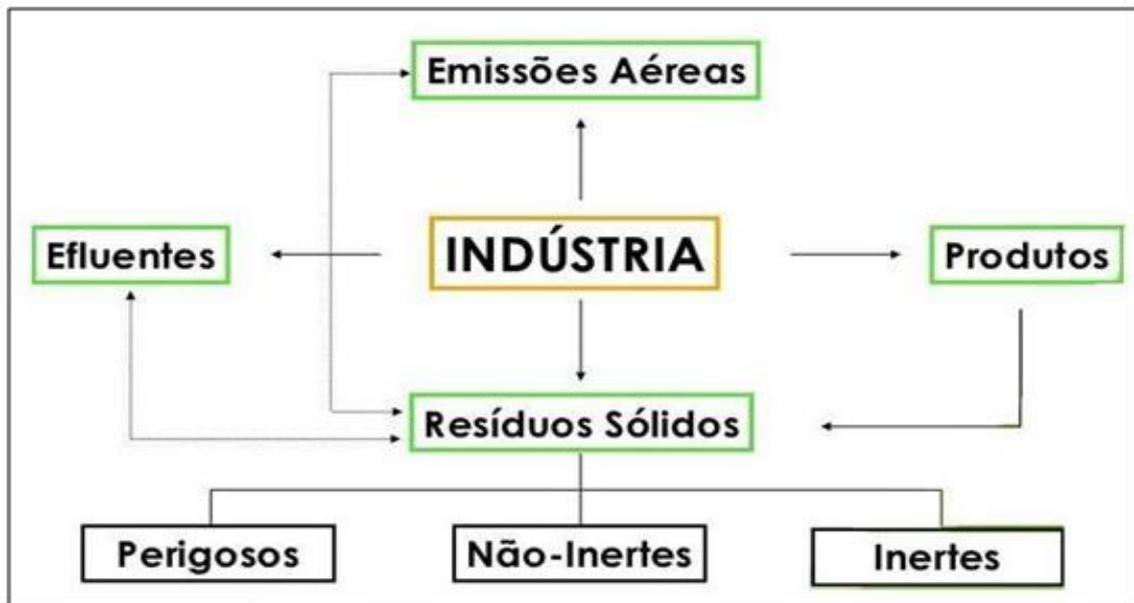
Entende-se que a técnica da compostagem, auxilia na decomposição dos resíduos, que se transformam em compostos orgânicos, de maneira mais rápida. Segundo Pereira Neto (1996), a compostagem pode ser entendida como um processo aeróbio controlado e desenvolvido por uma população diversificada de organismos.

### 2.2.1 A Atividade Industrial e a Geração de Resíduos Sólidos

Tem-se por indústria o conjunto de atividades realizadas pelo homem para transformar matéria disponível em mercadoria, seja para utilização ou comercialização. Considerando que os homens pré-históricos já elaboravam seus próprios utensílios e armas, pode-se afirmar que a Indústria remonta desde a pré-história. Com o decorrer dos anos, e pelo desenvolvimento científico e tecnológico, o processo de transformação de matéria-prima em mercadoria modificou enormemente, sobretudo quantitativamente. Um importante marco foi a Primeira revolução industrial, ocorrida entre o final do século XVII e começo do século XIX, em que o homem passou a produzir em série uma quantidade acima daquela necessária para sua sobrevivência – o que gerou uma quantidade nunca antes vistas de rejeitos e resíduos.

Segundo a Norma ABNT NBR 10 004 de 09/1987, os resíduos sólidos industriais são os resíduos gerados em processos produtivos industriais (Figura 07), bem como os que resultam das atividades de produção e distribuição de eletricidade, gás e água, e pode ser altamente prejudicial ao meio ambiente e a saúde humana.

**Figura 7-**Resíduos sólidos na indústria



Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), 2004.

Os tipos de resíduos industriais gerados são variados como pode ser analisados no Quadro 04:

**Quadro 4-**Tipos de resíduos industriais

CATEGORIAS	TIPOS
Borracha	Resíduos de borracha natural ou sintético
Metais	Resíduos de ferramentas de corte e de afiar, rebarbas de aço e de não-ferrosos
Vidro e cerâmica	Vidros, refratários, cerâmicas, porcelana etc.
Plástico	Refugos de resina sintética, fibras e demais sólidos e líquido de alto peso molecular
Papeis	Papel ou papelão, artefatos, publicações
Madeira	Ripas, pó-de-serra, restos de poda
Fibras	Restos de algodão, La e outros resíduos alimentícia, farmacêutico ou de especiarias
Resíduos relacionados a animais e plantas	Restos de processamento de indústria alimentícia, farmacêutico ou de especiarias
Escórias	Escórias em geral, cinzas de carvão e outros resíduos de incineração
Lodos	ETEs, ETAs, etc.

Resíduos oleosos	Óleos minerais, vegetais ou animais: lubrificantes, de limpeza, de corte, solventes
Resíduos ácidos	Ácido sulfúrico, clorídrico, ácidos orgânicos e demais líquido ácido
Resíduos alcalinos	Resíduo de sódio líquida, sabões metálicos e demais líquido alcalinos

**Fonte:** Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), 2004.

Nota-se que a transformação de demarcação de resíduos sólidos industriais envolve a classificação da atividade ou processo que lhes deu origem e de seus formadores e características e a comparação destes constituintes com listagem de resíduos e substâncias, cujo os problemas à saúde e ao meio ambiente são conhecidos.

Em agosto de 2010 foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi um marco na gestão ambiental no Brasil. Uma vez que a lei mostra uma série de diretrizes e metas relativas à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos, incluindo os perigosos, e propõe um conjunto de regras que visam o cumprimento de seus objetivos em amplitude nacional, inclusive a aplicação de penas severas como penas passivas de prisão aqueles que não a cumpriram, a interpretação de responsabilidade é compartilhada entre governo, empresas e sociedades.

## 2.2.2 O Sistema de Compostagem

Compostagem é uma técnica que reproduz e facilita o processo biológico natural de transformação da matéria orgânica por micro-organismo. Folhas e cascas de vegetais, estrume, papel e restos de comida são misturados, formando um composto semelhante à própria terra que pode ser usado como adubo. Segue rigorosamente o processo que ocorre naturalmente nas florestas, onde todos os resíduos animais ou vegetais são reaproveitados pelo ecossistema como fonte de nutrientes para as plantas. (Almeida et al. 2005).

Buscando outros esclarecimentos, Almeida et al. (2005) cita:

A compostagem é uma técnica antiga, os primeiros registros da aplicação desta técnica consta no período do Império de Akkad, na Mesopotâmia. A partir daí, várias civilizações como os chineses, egípcios, gregos e romanos, começou a amontoar em pilhas a matéria vegetal, deixando-a decompor e estabilizar até estarem prontos para serem usados com fertilizantes no solo. No entanto, após a II Guerra Mundial, a crescente utilização de fertilizantes químicos aumentou e os métodos tradicionais de fertilização caíram em desuso (ALMEIDA et al., 2005 p.18-19).

O meio de compostagem é um processo que pode ser usado para modificar diferentes tipos de resíduos orgânicos em adubo que, quando jogado ao solo, melhora este e suas

características físicas, químicas e biológicas para a produção agrícola. A técnica de compostagem foi desenvolvida com o intuito de organizar e acelerar a humificação da matéria orgânica (processo que já ocorre na natureza, porém sem prazo definido, dependendo de condições ambientais e das características dos resíduos orgânicos) de maneira controlada para maximizar a produção agrícola. (Kiehl 1998).

Percebe-se também que compostagem é apenas uma manipulação dos resíduos orgânicos feita pelo ser humano, através do estudo da natureza, desenvolvendo técnicas para acelerar a decomposição e produzir compostos orgânicos que ajudam nas suas necessidades de forma acelerada.

Afirma ainda, Kiehl (1998) que o processo de compostagem é obtido por três fases: uma primeira inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semicura ou bioestabilização e a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. O composto é resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica do material orgânico por microrganismos, transformado toda matéria-prima em um produto mais estável. Zuccone e Bertoldi (1987) esclarece:

O termo “composto orgânico” é aplicado ao produto compostado, estabilizado e higienizado, que é benéfico para a produção vegetal possuindo cor escura, sendo rico em húmus e contendo de 50% a 70% de matéria orgânica (dependendo da natureza da matéria-prima utilizada), sendo denominado composto orgânico. O material compostado é um adubo orgânico preparado a partir de resíduos animais e vegetais que, em estado natural, não têm valor agrícola. Os nomes ‘compostagem’ e ‘composto orgânico’ vêm da forma como o adubo é preparado (ZUCCONI e BERTOLDI, 1987).

São montadas pilhas compostas de diferentes camadas de materiais orgânicos como pode ser observado na Figura 08.

**Figura 8-** Utilização de Composto Orgânico



**Fonte:** SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO INSTITUCIONAL, 2013.

Tem também dois tipos de compostagem, aquele que ocorre com a presença do oxigênio, dando o nome de compostagem aeróbia, e outro sem a presença do oxigênio, chamada de compostagem anaeróbia. Nota-se que na compostagem anaeróbia a decomposição é feita por micro-organismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio; ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores, e leva mais tempo até que a matéria orgânica se estabiliza.

**Figura 9-** Modelo de Compostagem anaeróbica



**Fonte:** SOTECNISOL AMBIENTE, 2013.

De acordo com a Figura 10, o processo mais indicado ao tratamento do lixo doméstico, a decomposição, é realizado por uma população diversificada de micro-organismos que só vive diante de oxigênio, efetuada em duas fases distintas: a primeira (degradação ativa), quando ocorrem as reações bioquímicas de oxigenação mais intensas predominantes termofílicas, e a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de

humificação. Durante esse processo, a temperatura pode alcançar até 70°C, os cheiros emanados não são agressivos e a decomposição é mais veloz.(CORREA/2008.)

**Figura 10-**Modelo de Compostagem aeróbica



**Fonte:** BADRA'S, 2013.

Segundo Kiehl (1985), o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração da meda e do número e da frequência dos revolvimentos.

E para esclarecer o tempo necessário de transformação Cunha Queda (1995) cita:

O tempo necessário para transformar em composto uma biomassa sujeita a uma bioestabilização aeróbia depende de muitos fatores, como sejam as características da matriz orgânica de partida, a temperatura, a humidade, o tipo de arejamento e a dimensão da pilha (CUNHA QUEDA, 1995 p.25).

Existem pequenas informações sobre a taxa de decomposição do material orgânico sob várias formas de compostagem, principalmente para as condições tropicais. Tais informações se tornam necessárias para que se permita a otimização do processo de compostagem, com vistas à obtenção de rápida e eficiente estabilização dos resíduos poluentes da suinocultura.

A adição de fosfato e sulfato de cálcio (gesso) aos materiais orgânicos em compostagem tem sido recomendada por alguns autores como forma de minimizar as perdas de nitrogênio com a formação de fosfato e sulfato de amônio. Observa-se aumento da velocidade de decomposição do material orgânico e da conservação do nitrogênio com a adição de fosfato de cálcio às medas (TIBAU, 1983; COSTA, 1985)

Segundo o Decreto-Lei n.º 366-A/97 de 20 de Dezembro, a reciclagem orgânica pode ser levada a cabo através de um tratamento aeróbio (compostagem) ou anaeróbico (biometanização), realizado pela atividade de micro-organismos e em condições controladas,

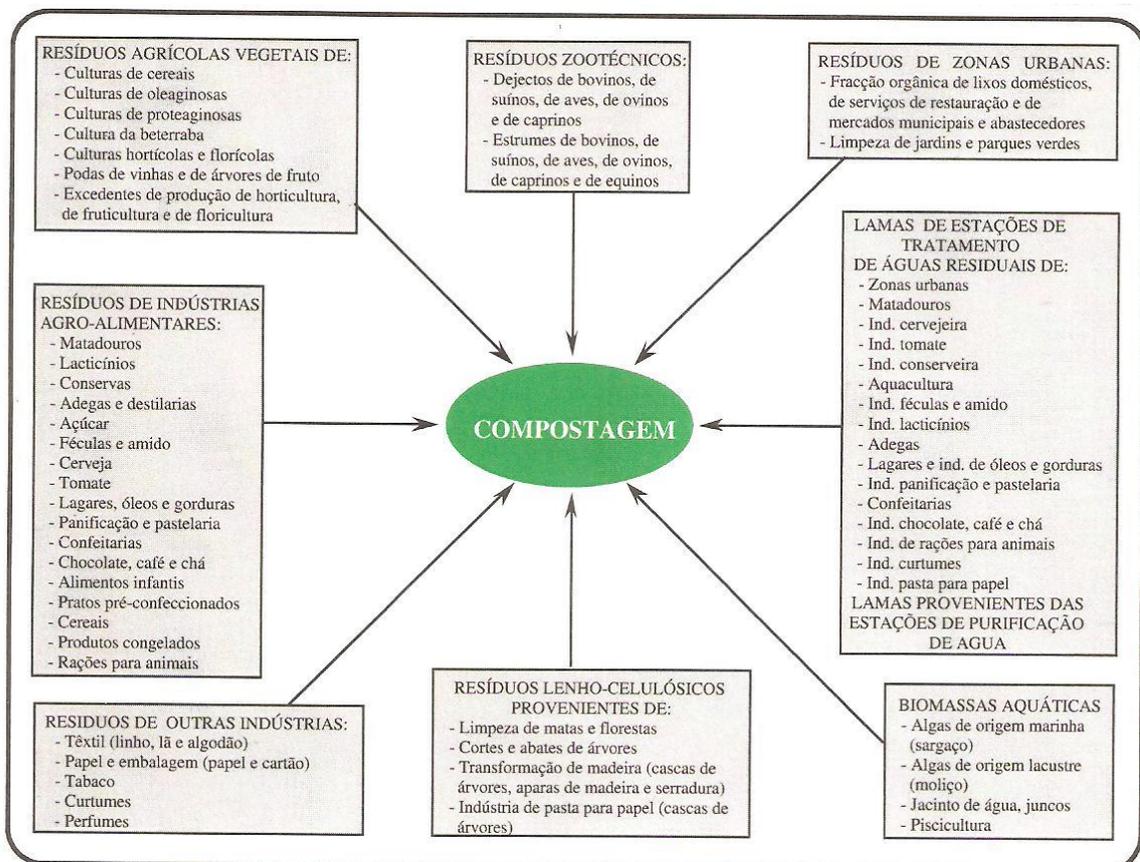
das partes biodegradáveis dos resíduos orgânicos, com produção de resíduos orgânicos estabilizados (composto) ou de biogás (mistura de metano e dióxido de carbono), não sendo a deposição em aterro considerada como reciclagem orgânica.

### 2.2.3 Resíduos Industriais Passíveis de Serem Reciclados pelo Sistema de Compostagem

Resíduos Sólidos Industriais são os resíduos sólidos resultantes da atividade industrial que, pela sua natureza ou composição, se possam considerar semelhantes aos resíduos domésticos, conforme constante do artº 7º da Portaria 374/87, de 4 de Maio.

De maneira geral, todos os restos orgânicos vegetais ou animais resultados da produção industrial podem ser utilizados na fabricação dos compostos. A grande variedade de resíduos gerados pelas indústrias é sintetizada pela Figura 11.

**Figura 11-**Resíduos orgânicos potencialmente utilizáveis na compostagem



**Fonte:** Cunha Queda (1999).

Com essa gama de resíduos sólidos que pode ser utilizados, existe aqui um grande potencial de se empregar vários setores indústrias.

As atividades industriais geram grande quantidade de resíduos que, entretanto podem ser aproveitado em pequena, média e grande escala, para isso é preciso gerenciamento e o manuseio para que esses resíduos industriais os sejam destinados de forma adequada para o procedimento que será utilizado.

#### 2.2.4 Vantagens e Desvantagens do Sistema de Compostagem

Dentre as diversas vantagens da utilização da técnica de compostagem estão: a diminuição do risco de poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais; a eliminação de odores desagradáveis; o aumento da vida útil de resíduos e; a geração produto ambiental sanitariamente seguro, com valor agregado(SANTOS/2012).

A compostagem é ainda uma importante ferramenta de combate à sobrecarga de aterros sanitários, melhora a qualidade dos alimentos além de trazer outros benefícios indiretos, como a redução na emissão de CO<sub>2</sub> dos veículos que seriam utilizados para transportar o lixo.No caso das empresas, a compostagem gera economia com redução de custos relacionados à coleta de lixo além de existirem abonos fiscais para empresas que reduzem a emissão de gás carbônico.A compostagem empresarial possibilita ainda ações de *marketing* ambiental e fortalece a imagem das organizações. (SANTOS/2012).

**Quadro 5-Vantagens do Uso da Compostagem**

• "melhora da saúde do solo". A matéria orgânica composta se liga às partículas (areia, limo e argila), ajudando na retenção e drenagem do solo melhorando sua aeração;
• aumenta a capacidade de infiltração de água, reduzindo a erosão;
• dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas invasoras;
• aumenta o número de minhocas, insetos e microrganismos desejáveis, devido a presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças de plantas;
• mantém a temperatura e os níveis de acidez do solo;
• ativa a vida do solo, favorecendo a reprodução de microrganismos benéficos às culturas agrícolas;
• aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
• processo ambientalmente seguro;
• eliminação de patógenos;
• economia de tratamento de efluentes.
• redução do odor
• rastreabilidade
• economia no transporte

**Fonte:** Nascimento et al. (2005).

O composto orgânico tem vários usos na agricultura, florestação, horticultura, combate à erosão e na recuperação de solos degradados. Como corretivo de solos pobres, na recuperação de taludes degradados de estradas e no combate à erosão, tem sido utilizado com

bons resultados, designadamente com o rápido recobrimento vegetal e boa aderência em zonas inclinadas (PEREIRA NETO, 1987).

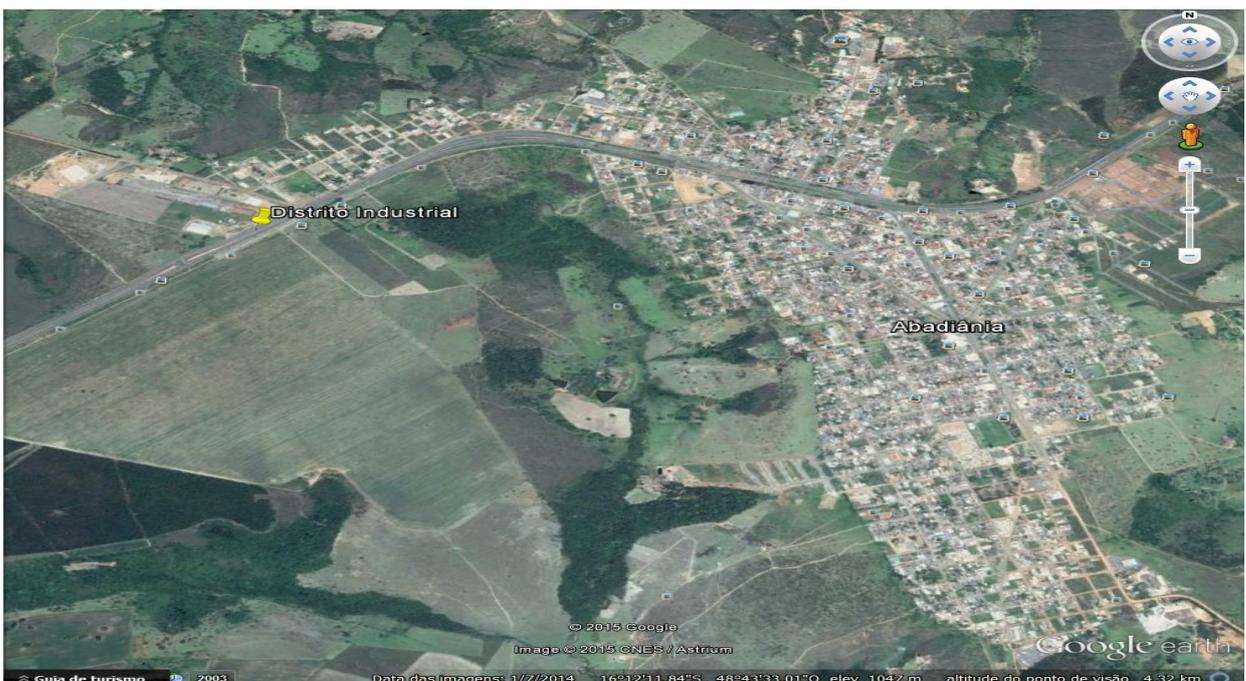
Todas estas vantagens citadas são possíveis quando os processos forem adequados em tecnologia, projetos e operação. Como limitação ou desvantagens do processo de compostagem teria a necessidade de uma maior área de terreno da indústria ou uma segunda área em outro local destinada ao processo de tratamento, havendo também a necessidade da utilização de mão de obra (em certas circunstâncias há a necessidade de absorver mão de obra especializada).

### 3 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE RECICLAGEM DE COMPOSTAGEM PARA RESÍDUOS INDUSTRIAIS

#### 3.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O empreendimento definido como estudo de caso para implantação do sistema de compostagem de resíduos orgânicos industriais se localiza no Distrito Industrial da cidade de Abadiânia-Goiás, conforme Figura abaixo.

**Figura 12-** Localização aproximada do Empreendimento no município de Abadiânia-GO



Fonte: Google earth, 2015.

A proposta apresentada é para que o empreendimento produza composto de resíduos industriais orgânicos provenientes de Anápolis e região, como lodos de estação de tratamento,

resíduos de produtos alimentícios e cinzas de caldeiras que, assim como os resíduos de madeira gerados pelo empreendimento de Paletes, funcionará como fonte de carbono.

Ressalta-se que durante o processo de compostagem poderão ser acrescentadas outras matérias-primas para controle de qualidade dos produtos, a fim de atender aos níveis mínimos exigidos pelos órgãos regulamentadores. Além dos resíduos industriais aqui em foco a compostagem poderá incluir resíduos de produção rural como esterco de gado, cama de frango e restos de produção agrícola, desta forma aumentando o volume da produção de composto e melhorando a qualidade mineral e nutricional.

A área total do terreno do empreendimento é de 39.087,88 m<sup>2</sup>, sendo 1.511,75 m<sup>2</sup> destinada a construção de um Galpão onde será realizada a homogeneização dos resíduos e 15.428,89 m<sup>2</sup> destinados a produção de composto a céu aberto para maturação. Toda matéria-prima ficará estocada em local definido como área de depósito em montes e a céu aberto. Os resíduos a serem utilizados serão depositados no galpão para serem pré-misturados nas primeiras horas de sua chegada.

Nestes padrões o empreendimento terá capacidade de produção em torno de duas mil toneladas de composto orgânico ao mês, sendo ela destinada ao comércio desse produto a granel e em embalagens de várias formas e pesos, atendendo desde uma produção agrícola de grande porte à jardins residenciais.

**Figura 13-Área do empreendimento**



Fonte: Google earth, 2014.

### 3.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE COMPOSTO NO EMPREENDIMENTO

A primeira fase de produção do composto se baseia na estabilização da umidade da mistura da matéria-prima entre 40% a 60%. A mistura entrará em processo de fermentação, elevando sua temperatura ao nível desejado que é de 50° c a 60°C. O processo nessa fase tem duração de 30 dias, que é quando o material estará pronto para a segunda fase do processo (maturação). PEREIRA NETO, 1998.

Para ajudar na desidratação do material será adicionado fontes de carbono como serragem, fuligem de caldeira (queima com resíduos de madeira ou bagaço de cana de açúcar), poda de gramíneas e o resíduo de PALETES, que terão a finalidade de controle da umidade, agentes estruturadores e fonte de alimentos para as bactérias.

Toda matéria-prima será misturada com finalidade de controlar a umidade e oferecer condições de trabalho para as bactérias termofílicas.

Todo esse processo será realizado no galpão de 1.511 m<sup>2</sup> citado anteriormente, com caneleta localizada no meio desse para o escoamento do chorume decorrente da desidratação das matérias orgânicas. O chorume será direcionado para caixa surda-muda e depois retornará ao processo.

A segunda fase da produção do composto é voltada à formação das leiras. Estas, produzidas após os 30 dias do processo dentro do galpão, são expostas ao ar livre com espaçamento entre elas de 6 m. O composto irá permanecer entre 3 a 4 meses. Nesta fase do processo será utilizado o sistema de leira revolvida, pois além de ser mais prática, é a que apresenta maior eficiência.

Durante a compostagem, as leiras devem ser revolvidas no mínimo três vezes por semana, com os objetivos de aerar a composição, homogeneizar a mistura, melhorar a eficiência da desinfecção, controlar a umidade e temperatura e reduzir a granulometria dos resíduos.

Se a mistura de lodo e resíduo estruturante estiver bem equilibrada, nos primeiros 07 dias de compostagem, a temperatura deverá passar dos 55°C, podendo ultrapassar os 70°C, fator que deve ser evitado através da aeração. A aeração fornece oxigênio à atividade microbiana, removendo gás carbônico, água e calor. É, portanto, um parâmetro complexo, que implica em várias consequências e que define em grande parte a tecnologia de compostagem.

O controle eficiente do fornecimento de oxigênio durante o processo de compostagem é o principal fator para o sucesso da operação da usina. Nesta fase será comprovado por testes específicos, porém o processo tem duração média, de 2 a 3 meses.

Após a maturação, o composto pode ser peneirado e ensacado, ou então comercializado a granel. O material mais grosseiro retido nas peneiras retornará ao início do

processo e desempenhará a função de agente estruturante. BERNAL et al., 1998a; TRAUTMANN EOLYNCIW, 2005

**Figura 14**-Fluxograma geral dos processos de compostagem.





**Fonte:** Conforme pesquisa de campo, 2014

## 4 CONCLUSÃO

O trabalho realizado destaca a importância de se conhecer o impacto ambiental oriundo dos diferentes tipos de disposição e tratamento de resíduos, dispostos em aterro controlado ou em lixões e que podem ser tratados pela reciclagem, incineração e compostagem, que propicia um destino útil e redução dos resíduos, evitando sua acumulação em aterros e melhorando a estrutura dos solos.

Sabe-se que o crescimento da população urbana levou ao aumento da geração de resíduos sólidos, e ainda, à necessidade de locais apropriados, afastados dos grupos populacionais, para atender aos requisitos de redução do potencial de contaminação dos solos, da água, do ar, alterando suas características físicas, químicas e biológicas, colocando em risco,

Compreende-se que os resíduos sólidos deixados a céu aberto possuem características físicas que podem levar a impactos negativos ao meio ambiente e ao ser humano, como por exemplo, a liberação de odores em decorrência da decomposição dos resíduos; as substâncias químicas que podem ser exaladas, através do ar, poluindo-o e, ao mesmo tempo, transmitindo tipos variados de doenças e, por fim, a ação do vento pode dispersar gases tóxicos quando os resíduos são queimados, o que ocorre em várias regiões onde o acúmulo é maior.

Em se tratando de resíduos industriais, as características químicas são associadas a outros impactos, como poluição ou contaminação química, através de substâncias perigosas presente nesse tipo de resíduo.

Enfim, os prejuízos são enormes. No entanto, entende-se que existem várias alternativas ambientalmente corretas, que podem diminuir ou, até mesmo, descartar os impactos decorrentes. Uma delas é a disposição em Aterro Controlado, que é semelhante ao aterro sanitário, porém onde se realiza uma disposição adequada dos resíduos.

O presente trabalho se pautou na discussão do sistema de tratamento pelo método da Compostagem como um sistema de reciclagem prático e viável, sugerindo essa alternativa para o empreendimento estudado situado no Distrito Industrial da cidade de Abadiânia - Goiás, na BR 060.

A Compostagem como forma de tratamento de resíduos nesse empreendimento poderá incluir o tratamento de resíduos de produção rural, como o esterco, cama de frango, restos de produções agrícolas, aumentando o volume da produção de compostos, que será em

torno de duas mil toneladas, destinada ao comércio que atenderá à produção agrícola, tanto de pequeno quanto de grande porte.

## ABSTRACT

This research proposes a study on the improper disposal of solid waste, which contaminates water resources, soil, visual environment and attract scavengers and animals, disease vectors, representing a problem present in many localities. It also presented a proposal for implementation of recycling for industrial composting organic waste system in the city of Goiás industrial district Abadiânia. The objective of the research centered on evaluating the potential of composting in the treatment of industrial waste in the production of inputs such as alternative disposal and treatment of solid waste , showing the benefits , limitations and techniques of preparing the compound and highlighting the possibilities of adding value to the product . After studies, it was concluded the importance of composting as a means to prevent the accumulation of waste in trash, where the process offers a destination to industrial waste. To develop this, we used the literature review, which besides enriching gave evidence to the research.

**KEYWORDS:**Industrial waste. Treatment techniques.Composting.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C., OLIVEIRA, J., PENA, T., PINTO, M., SANTOS, P., TEIXEIRA, F., XARÁ, S., SILVA, M. 2005.**Guia da Reciclagem Orgânica**. Resíduos Orgânicos, compostagem e digestão anaeróbica. Gabinete de Estudos Ambientais Universidade Católica Portuguesa. 74pp.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. Resíduos sólidos – Classificação. 31/11/2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 13896/1997**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação- Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 10 004/1987**:Resíduos sólidos – Classificação

BADRA'S, Alejandro Marcos. **Meio Ambiente & Sustentabilidade, uma nova forma de ver o mundo**. Disponível em: <<http://marcosbadra.com/tag/residuos-organicos/>>. Acesso em 11 dez. 2013.

BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ–MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil.**Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 69, p. 175-189, 1998a.

CAMPOS, L.R. **Aterro Sanitário Simplificado**: Instrumento de Análise de Viabilidade Econômico-financeira, Considerando Aspectos Ambientais. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. 2008. p 22.

CINTRA, Lydia. **Entenda a Diferença Entre Lixão e Aterro Sanitário**. Editora Abril S.A 19 de maio de 2011, Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes/qual-a-diferenca-entre-lixao-e-aterro-sanitario/>>. Acesso em: 15 dez. 2013..

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2002). **Resolução nº 313**, de 29 de Outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

CORREA, J; LANÇA S. S. B. Resíduos Sólidos – Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitários – **Guia do profissional em treinamento**. 2008. Cátedra da UNESCO de Educação à Distância - FAE/UFMG. Editora Sigma.

COSTA, M.B.B. Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Ícone, 1985

CULTURAMIX. **Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com/blog/wp-content/uploads/2013/05.jpg>>. Acesso em 10 dez. 2013.

CUNHA QUEDA, A.C.F. **1999. Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis**. Dissertação de doutoramento em Engenharia Agroindustrial, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. 257pp.

DIAS, S.M.F. **Avaliação de programas de Educação Ambiental voltados para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos**. São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.mp.go.gov.br/portalweb/1/noticia/0765a69b1f2ad1b089d9005bbf828d89.html>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

DW. **Fundação Green Cross**. Disponível em: <<http://www.dw.de/not%3ADcias/meio-ambiente/s-10395>>. Acesso em 05 dez. 2013.

ENGENHARIAS UNIR. Disponível em: <[http://engenhariaquimicaunirb.blogspot.com.br/2010/09/01\\_archive.html](http://engenhariaquimicaunirb.blogspot.com.br/2010/09/01_archive.html)>. Acesso em 23 abr. 2015.

GADELHA, A.J.F; ROCHA, C.O; RIBEIRO G. N; BARROS, D. F. Modelos de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental Mossoró – RN – Brasil**. v.2, n.1, p. 06-10 de janeiro/dezembro de 2008.

GM. **General Motors do Brasil**. Jornalista responsável: Luís Otávio Pires. Disponível em: <[http://www.maxpressnet.com.br/e/gm/gm\\_20-07-09.html](http://www.maxpressnet.com.br/e/gm/gm_20-07-09.html)>. Acesso em 02 Abr. 2015.  
*Google earth*, **Área do empreendimento**. Disponível em: <<https://www.google.com/earth>>. Acesso em; 20 jan. 2014.

*Google earth*, **Localização aproximada do Empreendimento no município de Abadiânia-GO**. Disponível em: <<https://www.google.com/earth>>. Acesso em; 23 abri. 2014.

IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT & COMPROMISSOEMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Lixo Municipal:** manual de gerenciamento integrado. IPT-CEMPRE, São Paulo, 1995.

IRNA. Disponível em: <<http://www5.irna.ir/html/1392/13921207/81062713.htm.12/2007>>. Acesso em: 05 dez. 2013.

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

\_\_\_\_\_. **Manual de Compostagem.** Belo Horizonte – UNICEF, 1996.

MFRURAL, Disponível em: <http://www.mfrural.com.br/mobile/ClassificadosAnuncio.aspx?id=88139>. Acesso em: 23 abr. 2015.

NASCIMENTO, Adelina M. do (et. al). **Química e Meio Ambiente:** Reciclagem de lixo e química verde: papel, vidro, pet, metal, orgânico. Secretaria de Educação: Curso Formação Continuada Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias, 2005.

NAUMOFF, Alexandre Feraz; PERES, Clarita Schwartz. Reciclagem de matéria orgânica. In: D'ALMEIDA, Maria L. O.; VILHENA, André. **Lixo Municipal:** Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

OLIVEIRA, Carlos de. Obras de Carlos de Oliveira. Lisboa: Editorial Caminho, 1992.

OZENHARIA.**Engenharias.** Disponível em:<<http://www.ozengenharia.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/04/solo-e-%C3%A1gua-contaminados.jpg>>. Acesso em: 11 dez. 2013.

PEREIRA NETO, J. T. *On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting - a Low Technology Approach.* PhD These The University of Leeds, UK. 1987, 376 pp. (cit. Russo, 2003).

PEREIRA NETO, J.T. **Conceitos Modernos de Compostagem.** Engenharia Sanitária, v.28, n.3, p. 104-09, 1989 a.

RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – **RDC Nº 306, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2004.** Dispõe sobre o Regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.

RONDONIA DIGITAL.**Segunda etapa da construção do Aterro Sanitário de Ariquemes.** Ariquemes, Rondônia, dezembro 2009. Disponível em:<http://rondoniadigital.com/destaque/segunda-etapa-da-construção-sanitario-de-ariquemes-tera-inicio-em-2010.>>. Acesso em 11 dez. 2013.

RUSSO, M.A.T. **O aterro sanitário na base de uma gestão integrada de resíduos sólidos.** VI SILUBESA, Florianópolis, Brasil, 1994.

SANTOS, M. **A natureza do espaço – Técnica e tempo. Razão e emoção.** São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, dos L. C. MARIA e DIAS, G. F. L. SYLMARA. 2012. **Resíduos Sólidos Urbanos e seus impactos socioambientais**. IEE- USP. São Paulo

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO INSTITUCIONAL. **Compostagem**. GOVERNO DA PARAIBA, João Pessoa. Disponível em: <<http://www.paraiba.pb.gov.br/49331/compostagem-na-empasa-completa-nove-meses-evita-que-158-toneladas-de-detrito-sigam-para-o-aterro.html>>. Acesso em 15 dez. 2013.

SENAC. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL. **Compostagem de Resíduos Industriais, Comerciais e Agrícolas**. 2004.

SOTECNISOL AMBIENTE. **Tratamento de resíduos**. Disponível em: <<http://www.sotecnisol.pt/ambiente/tratamento-de-residuos/digestao-anaerobia/>>. Acesso em 15 dez. 2013.

TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 2. ed., São Paulo: Nobel, 1983.

VALOR AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.vaambiental.com.br/site/produtos.php>>. Acesso em 23 abr, 2015.

ZAP IMÓVEIS. **Revista ZAP**. 18 de julho de 2014 às 8:00. Disponível em: <<http://revista.zapimoveis.com.br/recicle-e-decore-sua-casa-com-materiais-descartados-em-obras/>>. Acesso em 23 abr. 2015.

ZUCCONI.F.; BERTOLDI, M. *Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste*. **Compost: production, quality and use**. Elsevier Applied Science, London, 1987.



