

PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L): A COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Daniel Donida Schlottfeldt, email: dschlottfeldt@ymail.com

Acadêmico dos cursos de Engenharia de Produção e Tecnologia em Segurança do Trabalho da Universidade de Santo Amaro (UNISA-SP).

Palavras-chave: Tratamento de resíduos; compostagem; produção mais limpa; reciclagem; logística reversa.

Resumo

O presente artigo irá apresentar a compostagem, uma estratégia de Produção mais limpa (P+L) no tratamento de resíduos industriais. Através do processo de gestão de resíduos e de uma breve abordagem da NR-25 – *Resíduos Industriais* – este trabalho apresentará, inicialmente, as condições necessárias de saúde e segurança a serem observadas junto ao trabalhador. De maneira interligada, propomos uma solução no tratamento dos resíduos descartados de maneira imprópria, ou seja, os resíduos industriais tidos como focos geradores de poluição, tanto ao meio ambiente – por exemplo o *chorume* -, quanto doenças aos trabalhadores através da contaminação. Esta proposta de reutilização da matéria orgânica (Mo)

descartada, do seu tratamento e reciclagem será dada através da *compostagem*, uma técnica capaz de trazer benefícios em nível de economia e do enriquecimento do produto final que retornará ao meio ambiente. Ainda nesta abordagem de resíduos na cadeia produtiva, destacamos a *logística reversa*, um processo de responsabilidade compartilhada na qual a reciclagem e o ciclo da matéria tendem a trazer benefícios às empresas, consumidores e ao meio ambiente.

1. Introdução

Os resíduos industriais são fontes causadoras de danos à saúde e ao meio ambiente. Entretanto, a adoção de medidas preventivas e soluções que reduzam a emissão destes dejetos surgem como um ponto positivo. Desta forma, abordaremos a *compostagem* – um processo de Produção mais limpa – como alternativa no tratamento dos poluentes.

Frente à sociedade de consumo, verificamos um aumento na escala da produção de bens de consumo. Conseqüentemente, ocorre a elevação dos suprimentos e das necessidades da população. É justamente nesta cadeia produtiva, que as indústrias geram bens e, ao mesmo tempo, resíduos. Dentro da ótica da segurança do trabalho, gestão ambiental e logística este fato pode ser questionado de diversas maneiras: *como estes resíduos são tratados? Quais os riscos destes resíduos à saúde e ao meio ambiente? Quais alternativas podem ser dadas no tratamento e, quando dadas, quais os benefícios?*

Neste trabalho, apresentamos uma forma de tratamento chamada de *compostagem*. Trata-se de um processo natural, limpo e sustentável, quando adotados os cuidados técnicos. Esta iniciativa insere em um processo de Produção mais limpa capaz de trazer benefícios ao meio ambiente, à saúde do trabalhador e a imagem da empresa.

Lembramos que esta proposta de Produção mais limpa caracteriza-se como uma das diversas possibilidades existentes. Devemos lembrar que, tanto quanto a aplicação desta alternativa de tratamento de resíduos é a conscientização e, portanto, este princípio de mudança deve ser compartilhado entre os diversos setores da indústria no intuito de promover a saúde e a cultura da reciclagem.

Assim, apresentamos aos leitores, nos próximos itens, nossa proposta – *como já salientada, uma alternativa* - no tratamento de resíduos industriais através da compostagem. Por fim, esperamos que este tema possa desempenhar um papel de conscientização nos processos de gestão, segurança e saúde do trabalhador a fim de trazer benefícios não apenas ao meio ambiente, mas também à sociedade.

2. A gestão de resíduos e a Norma Regulamentadora 25

As empresas e indústrias são fontes potencialmente geradoras de resíduos no tocante à produção de seus bens. O ingresso da matéria-prima no processo de transformação gera resíduo. Entretanto, atualmente, as empresas devem - *ou pelo menos deveriam* – cumprir as exigências no intuito de minimizar os efeitos ambientais

causados pela disposição inadequada dos dejetos no meio ambiente. Desta forma, fazemos uma breve referência à NBR 10004, válida a partir de 30 de novembro de 2004 que trata sobre a classificação dos Resíduos Sólidos. O ingresso neste item revela a amplitude do problema e exige um gerenciamento ambiental.

O gerenciamento ambiental propõe a adequação às normas técnicas e a legislação pertinente. Assim como a NBR 10004 destacamos, no tocante à segurança e saúde do trabalhador a Norma Regulamentadora N.º 25. Esta NR dispõe sobre os Resíduos Industriais. Segundo esta, os resíduos “[...] são compreendidos como [os resíduos] provenientes de processos industriais encontrados na forma sólida, líquida ou gasosa ou combinação dessas, e que por suas características físicas, químicas ou microbiológicas não se assemelham aos resíduos domésticos, como cinzas, lodos, materiais alcalinos ou ácidos, escórias, poeiras, borras, substâncias lixiviadas e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como demais efluentes líquidos e emissões gasosas contaminantes atmosféricas”¹.

Dentro desta regulamentação, as empresas devem buscar soluções tecnológicas e organizacionais frente aos resíduos gerados, adotando medidas que visem a redução e geração dos mesmos.

Nesta perspectiva, devemos destacar que estes resíduos não são somente uma ameaça ao meio ambiente, senão para os próprios trabalhadores locais. A ausência das informações acerca dos produtos – *toxicidade e periculosidade* - pode ser um fator risco à

¹ NR-25 – p.452, 2011.

saúde. Nesse sentido, a proposta de adotar medidas, equipamentos ou dispositivos de controle do lançamento ou liberação dos contaminantes – *gasosos, líquidos e sólidos* -, conforme o item 25.3.1 da norma, devem ser submetidos à análise e aprovação dos órgãos competentes.

A NR-25 destaca outro ponto bastante importante: a higiene nos locais de trabalho. Em resumo, o local de trabalho deverá oferecer ao trabalhador “[...] *potabilidade para a água fornecida aos trabalhadores e utilizada para a ingestão, preparo de alimentos e higiene corporal*”².

Finalizando, conforme o item 25.5, os trabalhadores envolvidos nas atividades de coleta, manipulação, acondicionamento, armazenamento, transporte e tratamento de resíduos devem ser capacitados pela empresa. A importância do conhecimento adquirido através da capacitação proporcionará segurança nas atividades envolvidas, adotando medidas de controle, descarte correto e eliminação dos resíduos.

3. Gestão Ambiental: a compostagem e a Produção mais limpa (P+L)

O exemplo da produção de alimentos, sejam de origem animal ou vegetal, revela uma fonte propulsora da economia mundial. Não obstante, a exploração do solo dentro das atividades agroindustriais – *como a criação de animais e a cultura de vegetais* –,

² NR-25 – p.452,2011.

da mesma forma que produzem os alimentos, também degradam os solos e geram resíduos: além dos próprios agrotóxicos, incluímos restos de animais e das culturas (frutas, verduras, cascas, folhas, etc.). Frente a isso, tornam-se necessárias medidas que visem à solução destes problemas, tendo como foco um tratamento que não cause novos danos/riscos ao ambiente. Dentro da proposta de gestão ambiental, destacamos um método de ‘Produção mais limpa’ (**P+L**): a **compostagem**.

Para melhor compreendermos, o objetivo da *Produção mais limpa* pode ser compreendido como a adoção de medidas, técnicas e/ou ações preventivas adicionadas aos processos, produtos e serviços, tendo como produto final a elevação e a eficiência no desempenho ambiental. Esta ação tende a reduzir os riscos à *saúde* e ao *meio ambiente*. Portanto, estas ações, propostas pela ‘P+L’, visam à redução/eliminação do uso de substâncias tóxicas – *com características citadas pela NR-25* - bem como a redução de resíduos sólidos gerados por processos e produtos.

O estabelecimento de técnicas que possam contemplar a proposta de uma ‘Produção mais limpa’ em uma empresa, por exemplo, devem ser investigadas e, mais do que isto, adequar a técnica ao contexto. Assim, tomamos a compostagem como uma ação no tratamento dos resíduos sólidos.

Segundo KIEHL (1985), a compostagem pode ser definida como “[...] *um processo controlado de decomposição microbiana, de oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica*”. O processo de decomposição tem por objetivo produzir um composto

(adubo) orgânico formado por matéria orgânica (*Mo*) umidificada através do processo de decomposição biológica de restos orgânicos. Esse processo é bastante prático, porém, requer atenção e controle dentro das condições ideais (temperatura, umidade, pH, aeração, compostos orgânicos e os nutrientes disponíveis) de modo que os microorganismos decompositores se desenvolvam. Assim, a matéria orgânica é o alimento neste processo e, conforme a característica do ambiente, o tempo de duração do processo de decomposição dos resíduos dependerá da qualidade da matéria orgânica utilizada. Isto pode variar de poucos dias até semanas.

Neste processo são selecionados os resíduos – neste caso os restos e dejetos que serão destinados à composteira - *uma estrutura destinada ao depósito do material orgânico*. A composteira forma uma pilha de resíduos, reduzindo a quantidade de lixo enviado ao aterro sanitário. Além disso, reduz a proliferação de transmissores de doenças (**patógenos**³) bem como a emissão de **chorume**⁴ ao solo. A área destinada à compostagem pode ser dimensionada de acordo com a demanda de resíduos gerados no local. Entretanto, devemos salientar a importância da manutenção do local e do revolvimento,

³ **NBR 10004:2004:** “4.2.1.5.1 Um resíduo é caracterizado como patogênico (código de identificação D004) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, contiver ou se houver suspeita de conter, **microorganismos patogênicos**, proteínas virais, ácido desoxiribonucleico (ADN) ou ácido ribonucleico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais.”

⁴ “O chorume era inicialmente apenas a substância gordurosa expelida pelo tecido adiposo da banha de um animal. Posteriormente, o significado da palavra foi ampliado e passou a significar o líquido poluente, de cor escura e odor nauseante, originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos”.
Fonte: <http://www.dicionarioinformal.com.br/chorume/> em 07/01/2013.

controle da temperatura, umidade, pH e aeração no espaço no intuito de evitar o mau cheiro, este, fonte atrativa para os insetos.

A imagem (1), a seguir, mostra um exemplo da técnica de compostagem:



Imagem 1: Composteira.

Fonte: <http://www.ib.usp.br/coletaseletiva/saudecoletiva/compostagem.htm>
Em 07/01/2013.

É observável uma área onde estão concentradas as ‘pilhas’ - composteiras. Este espaço, como verificamos, deve ser demarcado e limpo.

O produto esperado ao final desta decomposição da matéria orgânica é o *húmus*. Este composto final é rico em nutrientes. Tem a capacidade de enriquecer os solos pobres em *Mo*, permitindo um bom desenvolvimento da produção (fertilidade). Além disso, aumenta a capacidade de absorção de nutrientes por parte das

plantas, contribui para a aeração do solo, retendo água, e reduzindo a erosão causada pelas chuvas. Por fim, age como inoculante, acumulando macro e microorganismos (bactérias, fungos e anelídeos), estes, formadores naturais do solo.

O processo de compostagem caracteriza um exemplo de produção mais limpa. A imagem (2) a seguir apresenta, no 3º nível, os ‘Ciclos biogênicos’:

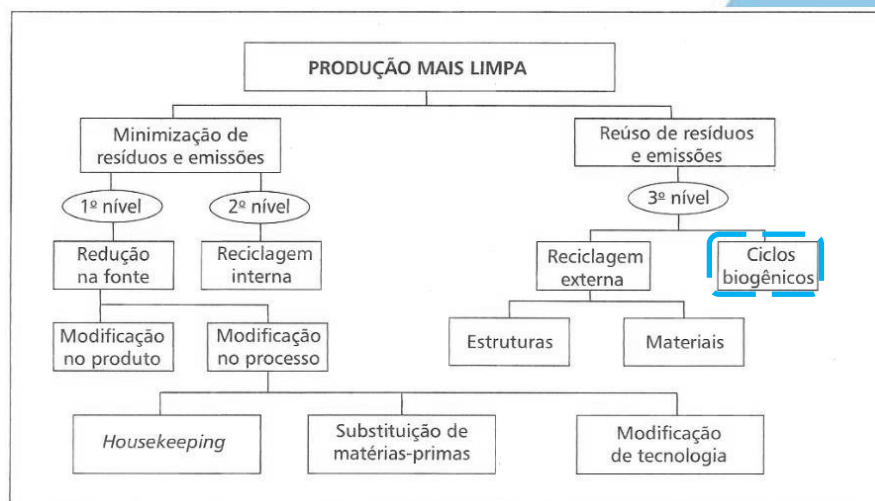


Imagem 2: destaque para ‘Ciclo biogênico’ nas Ações de produção mais limpa. BARBOSA FILHO, p.348, 2011.

Através do 3º nível – destacado na imagem anterior - observamos uma separação entre a ‘Reciclagem externa’ e os ‘Ciclos biogênicos’. Esta opção de reciclagem de resíduos, efluentes e emissões tende a promover a reintegração da matéria orgânica junto

ao meio através dos processos naturais (biogeoquímicos). Portanto, para fins de conhecimento, é importante ressaltar que, em meio sólido, o processo pode ocorrer de duas maneiras: o **aeróbio** (com presença de oxigênio) e **anaeróbio** (sem a presença de oxigênio). O processo de transformação, através das reações bioquímicas, são ações realizadas por diferentes grupos de microorganismos que atuam nos compostos até o produto final.

4. Análise e benefícios

Investir na produção mais limpa – a exemplo da compostagem – visa o fortalecimento econômico e a prevenção da poluição. Entretanto, os diversos elementos presentes neste processo envolvem desde a ideia primária da não geração – ou mínima geração de resíduos –, o processo de redução da sua emissão, a reutilização e reciclagem e o tratamento e disposição adequados.

A este processo denominamos a ‘Responsabilidade compartilhada’, ou seja, uma cadeia de elementos interligados e relacionados com a *logística reversa*⁵. Segundo o entendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), “[...] só se viabilizarão projetos de *logística reversa* com a real e intensiva participação dos diferentes atores envolvidos”. JARDIM, MACHADO, YOSHIDA, p 503,

⁵ Entendemos por **logística reversa** o gerenciamento e operacionalização através do retorno dos bens e materiais após sua comercialização e consumo, tendo como fim a minimização de prejuízos ao meio ambiente através do tratamento adequado dos dejetos. O material reciclado terá retorno às origens, agregando valores aos mesmos. A **compostagem** está inserida neste processo a partir da transformação da matéria – resíduos – e enriquecimento. Neste ciclo operacional da matéria é importante que ocorra a conscientização dentro de um processo de responsabilidade compartilhada.

2012. O exemplo a seguir, 'Imagem 3', ilustra a 'Responsabilidade compartilhada':



Imagem 3: Responsabilidade compartilhada. JARDIM, MACHADO, YOSHIDA, p.503, 2012.

Em uma breve análise é importante salientarmos os diversos problemas quanto à geração dos resíduos em diversas empresas. Nesse sentido, propomos a análise – através da avaliação – dos diferentes resíduos gerados pelo ambiente a fim de empregar uma solução mais econômica e sem danos ao meio ambiente. A alternativa dada pela Produção mais Limpa (P+L) foi uma das soluções encontradas como um passo para o desenvolvimento sustentável. Dos pontos de vista energético e ambiental devemos relevar respectivamente, com base no aspecto sustentável, que sem a energia, a economia não teria o mesmo desenvolvimento e, conseqüentemente, a qualidade e a condição de vida das populações se deterioraria com o passar do tempo, e com o meio ambiente degradado, o homem teria seu tempo de vida reduzido devido à

escassez de produtos, gerando perdas graduais no ciclo energético. Assim, o empreendimento da sustentabilidade poderia ser aplicado de forma ecologicamente correta e economicamente viável.

A ação da compostagem obedece estes dois princípios, citados anteriormente. É uma ação de reciclagem da matéria, de forma ecologicamente e economicamente viável. Tem-se como resultado final um produto incapaz de gerar danos ao meio ambiente.

Defender a ideia da implementação da Produção mais Limpa, geraria benefícios, como:

- Produção mais limpa e economicamente viável, reduzindo custos, resíduos e contribuindo para a inovação industrial, além da competitividade;
- Reduz os riscos aos trabalhadores – retomando a ideia da NR-25, *Resíduos Industriais* – bem como consumidores, comunidade e gerações futuras, diminuindo os custos com riscos;
- A adoção do Programa de Produção mais Limpa produziria benefícios sociais (imagem pública, por exemplo) e econômicos (custos de produção), além de servir como exemplo para outras empresas;

Atualmente, as empresas adotam **slogans** e até mesmo etiquetagem em seus produtos, por exemplo, '*sustentáveis*' ou '*empresas verdes*'⁶. Portanto, esta motivação – e interesse – tem sido observada frente à redução dos custos operacionais e a redução dos desperdícios.

⁶ **Empresas verdes.** Fonte: <http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/planeta-urgente/empresas-verdes-adotam-cada-vez-mais-energia-renovavel/> em 10/01/2013.

5. Considerações finais

Como observamos, os resíduos apresentam dois pontos básicos: de um lado, o risco nocivo, quando não tratado, e de outro um benefício, quando tratado e reciclado. Assim, a utilização de técnicas adequadas no tratamento dos resíduos sólidos, como a compostagem, surte como um ponto positivo em nível de Produção mais limpa e sustentável.

Estes valores são vistos como soluções na atualidade. Propor fontes sustentáveis e capazes de enriquecer o meio ambiente, gerando o mínimo de impacto ambiental e economia são propostas fortalecedoras para um ambiente de trabalho saudável.

Outro aspecto a ser pensado aborda a escassez dos recursos naturais: sua finitude implica na adoção de soluções. Estas soluções partem desde a disposição dos resíduos e o tratamento dos mesmos.

Creemos, desta forma, que os métodos de Produção mais Limpa – para fins de um ambiente sustentável, oferecem grandes desafios para o futuro. Através da pesquisa, proatividade (*responsabilidade*) e os aspectos técnico-gerenciais, as indústrias poderão avaliar melhor sua produção – desde a matéria prima, passando pelo produto e a geração de resíduos –, desempenhando um importante papel dentro da sociedade e para as futuras gerações, conscientizando sobre os benefícios da reciclagem.

Quando tratamos de reciclagem, retornamos ao método abordado neste artigo: a compostagem. Fica, assim, a reflexão sobre

este método de produção mais limpa que não deverá se esgotar por aqui. Portanto, esperamos que esta iniciativa conduza outros pesquisadores na aplicação desta solução – *a compostagem como tratamento dos resíduos sólidos* – em prol da qualidade de vida das futuras gerações.

6. Referências Bibliográficas

- ABNT NBR 10004. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Norma brasileira. Segunda edição. Rio de Janeiro, 31.05.2004.
- BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do trabalho & gestão ambiental**. – 4ª ed. – São Paulo: Atlas, 2011.
- JARDIM, Arnaldo; MACHADO FILHO, José Valverde; YOSHIDA, Consuelo. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Barueri. SP: Manole, 2012. (Coleção Ambiental).
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985.
- Segurança e Medicina do Trabalho**. 68ª Edição. São Paulo: Atlas, 2011.
- OLIVEIRA, Francisco N. Sombra. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.

Sites consultados:

- <http://www.dicionarioinformal.com.br/chorume/> consultado em 07/01/2013.
- <http://www.ib.usp.br/coletaseletiva/saudecoletiva/compostagem.htm> consultado em 07/01/2013.
- <http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/planeta-urgente/empresas-verdes-adotam-cada-vez-mais-energia-renovavel/> consultado em 10/01/2013.