

Gestão de Resíduos Sólidos na Indústria Moveleira: Uma Revisão de Literatura

Giovanna Gonçalves (UTFPR-PG) giovannagoncalves24@hotmail.com

Maria Helene Giovanetti Canteri (UTFPR-FB) canteri@utfpr.edu.br

João Luiz Kovaleski (UTFPR-PG) kovaleski@utfpr.edu.br

Resumo:

O crescente aumento da produção e consequente aumento da geração de resíduos, houve uma crescente preocupação com as questões ambientais, principalmente em relação a disposição final de resíduos sólidos. No Brasil, houve a elaboração da política nacional de resíduos sólidos, o qual dispõe sobre as diretrizes aplicáveis ao gerenciamento de resíduos sólidos, de maneira ambientalmente correta. Os resíduos sólidos gerados pelos diversos setores, possuem na maioria das vezes, como destinação final: aterro sanitário, central de compostagem, central de reciclagem e lixões. Nesse contexto, a busca por meios de destinação final sustentável tem aumentado. Esse artigo buscou analisar os diversos resíduos gerados pela indústria moveleira, o gerenciamento desses resíduos sólidos e novas alternativas para a destinação final desses resíduos. A pesquisa foi por meio de base de dados Science Direct e Google Acadêmico.

Palavras chave: Gestão de Resíduos Sólidos Industriais, Sustentabilidade, Resíduos de madeira

Solid Waste Management in the Furniture Industry: A Literature Review

Abstract

The growing increase in production and consequent increase in the generation of waste, there was a growing concern with environmental issues, especially in relation to final disposal of solid waste. In Brazil, the national solid waste policy was elaborated, which provides guidelines on solid waste management in an environmentally correct manner. The solid waste generated by the various sectors usually has the destination: landfill, composting plant, recycling center and dumps. In this context, the search for means of sustainable destination has increased. This article sought to analyze the various residues generated by the furniture industry, the management of this solid waste and new alternatives for the destination of this waste. The research was through the database Science Direct and Google Scholar.

Key-words: Industrial Solid Waste Management, Sustainability, Wood Residues

1. Introdução

Com o aumento da produção setor industrial, houve também o crescimento da preocupação pelas questões ambientais, principalmente devido a disposição final de resíduos sólidos industriais, visto que o gestão incorreta de resíduos sólidos pode trazer alguns impactos ao meio ambiente: degradação do solo, aumento de enchentes, contribuição para a poluição do ar,

multiplicação de vetores de relevância sanitária em centros urbanos e condições nocivas nas ruas e áreas de disposição final. (BESEN e JACOBI, 2011)

A aumento da preocupação com as questões ambientais e sustentáveis, por meio da população ou da legislação, faz com que as empresas analisem técnicas que objetivem o crescimento sustentável e economicamente viável. (VENZKE, 2002)

Conforme Nunes et.al (2017) as normativas ambientais e a busca pela utilização de recursos ambientais de forma sustentável, são fundamentais, para empresas que buscam a responsabilidade ambiental, além de ser um importante requisito para a conquista de clientes, que visam cada dia mais empresas com responsabilidade ambiental.

Com o crescimento industrial e o aumento da utilização de matéria-prima por parte da indústria moveleira, aumentou a busca por utilização desses recursos de maneira correta, pois é uma matéria-prima que pode ser renovável. Os resíduos gerados no processamento da madeira, podem ser reutilizados para confecção de outros produtos, se tornando uma nova alternativa para as empresas e para a preservação da madeira virgem. (LIMA e SILVA, 2005)

Segundo Maffessoni e Meneguzzi (2012) painéis de madeira, como o MDF e MDP, podem ser definidos como produtos derivados de madeira: lâminas, sarrafos, partículas e fibras, gerados por meio da redução da matéria sólida. Os resíduos provenientes da fabricação desses produtos, geralmente são doados, queimados em olarias e caldeiras, podendo produzir emissões atmosféricas com impactos ambientais, pouco conhecidos.

Nesse contexto, esse artigo buscou verificar os principais resíduos gerados pela indústria moveleira, os principais meios de disposição final e aplicação de métodos alternativos, para destinação final, como o ecodesign.

2. Revisão de Literatura

2.1 Resíduos Sólidos

Atualmente um dos maiores desafios da sociedade, está relacionado a correta disposição final de resíduos sólidos, visto que a preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos tem aumentado, devido a maior geração de resíduos, disposição final inadequada e falta de áreas para a disposição final. A atenção pelo tema aumentou, principalmente após a Conferência do Rio 92 em escala global, tanto para países pobres como ricos, devido aos efeitos provocados pelo aquecimento global e as mudanças no clima. (JACOBI e BESEN, 2011)

Em relação as prioridades, algumas alternativas devem ser observadas como: diminuição de resíduos nas fontes geradoras, diminuição da disposição final no solo, maior reaproveitamento da coleta seletiva e reciclagem, com inclusão de catadores e participação da sociedade, compostagem e melhor consumo de energia. A administração pública municipal é responsável pela coleta e disposição final de resíduos sólidos, de acordo com as resoluções ambientais. (JACOBI e BESEN, 2011)

Resíduos sólidos urbanos (RSU) podem ser utilizados como matéria-prima para transformações definidas na ecologia industrial de resíduos de produtos ricos e energia, ou seja, processos simbióticos. Um estudo proposto por Smith et. al (2015) objetivou a criação de uma metodologia baseada na identificação de fluxo de resíduos, elementos de resíduos específicos, tecnologias de conversão e verificação das fases para definição dos impactos econômicos e ambientais, efeitos do uso de resíduos e mudanças ocorridas devido ao transporte e processamento.

Nesse contexto, a Tabela 1 apresenta os principais resíduos sólidos, fontes geradoras, resíduos produzidos, responsável e meios de tratamento e disposição final.

Resíduos Sólidos	Principais fontes geradoras	Resíduos produzidos	Responsável pela destinação final	Tratamento e disposição final
Domiciliar (RSD)	Residências, edifícios, empresas, escolas	Sobras de alimentos, lixos de banheiro, fraldas, metais, embalagens, vidro, plástico, pilhas e baterias, etc.	Município	Aterro sanitário; Central de reciclagem; Central de compostagem; Lixão
Comercial - pequeno gerador	Comércios, bares, restaurantes, empresas	Embalagens de papel e plástico restos de alimentos, etc.	Município	Aterro sanitário; Central de triagem da coleta seletiva; Lixão
Grande gerador	Comércios, bares, restaurantes, empresas	Embalagens de papel e plástico, restos de alimentos, etc.	Gerador	Aterro sanitário; Central de reciclagem; Lixão
Serviços de Saúde (RSS)	Hospitais, clínicas, laboratórios e outros.	Grupo A – biológicos: sangue, tecidos, vísceras e outros. Grupo B – químicos: lâmpadas, medicamentos vencidos ou interditados, termômetros, objetos cortantes e outros. Grupo C – radioativos Grupo D – comuns não contaminados: papéis, plásticos, vidros, embalagens e outros.	Município gerador e	Incineração; Lixão; Aterro Sanitário; Vala séptica; Micro-ondas; Autoclave Central de Reciclagem
Público	Varrição e poda	Poeira, folhas, papéis	Município	Aterro sanitário; Central de compostagem; Lixão
Industrial	Industrial	Cinzas, lodos, óleos, resíduos ácidos ou alcalinos, plásticos, papel, madeiras, fibras, escórias, etc.	Gerador	Aterro industrial; Lixão.

Portos, aeroportos, terminais	Portos, aeroportos, terminais	Sobras de alimentos, resíduos sépticos, material de higiene pessoal, etc.	Gerador	Incineração; Aterro sanitário; Lixão.
Agrícola	Agricultura	Embalagens de agrotóxicos, pneus, óleos, embalagens de medicamentos veterinários, plásticos, etc.	Gerador	Central de embalagens vazias do INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias)
Construção (RCC)	Civil Obras e reformas residenciais e comerciais	Madeira, cimento, gesso, blocos, pregos, latas, tintas, cerâmicas, pedra, etc.	Gerador Município Gerador pequeno e grande	Ecoponto; Área de transbordo e triagem; Área de reciclagem; Aterro de RCC; Lixões

Fonte: Adaptado de JACOBI e BESEN (2011)
Tabela 1 – Gestão e Características dos Resíduos Sólidos

2.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

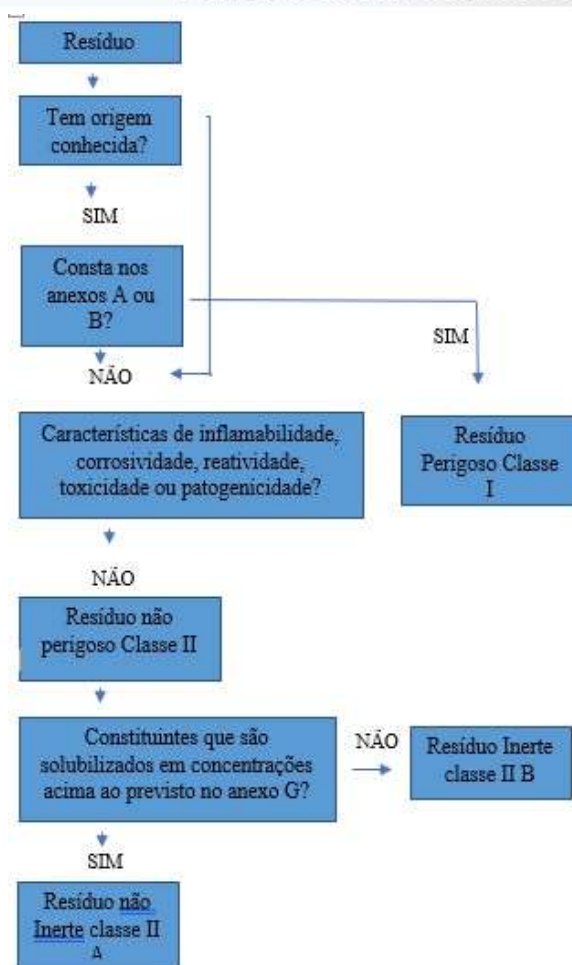
A classificação dos resíduos sólidos está prevista no item 4.2 da norma ABNT NBR 10004:2004.

- Resíduos Classe I – Perigosos: Resíduos em que as propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem trazer risco à saúde, aumentando os índices de ocorrência de doenças e mortalidade. Esses rejeitos também podem ocasionar danos ao meio ambiente, caso a destinação final seja inadequada.
- Resíduos Classe II – Não Perigosos:

Resíduos II A – Não inertes: Não são classificados como resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes, de acordo com a norma. Podem apresentar propriedades como: solubilidade em água, biodegradabilidade, combustibilidade.

Resíduos II B – Inertes: Resíduos que, quando identificados de forma representativa conforme ABNT NBR 10007 e que em contato dinâmico e estático com a água destilada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus componentes dissolvidos em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excluindo-se propriedades como: cor, turbidez, dureza e sabor.

A figura 1 demonstra a caracterização e classificação de resíduos sólidos, conforme a ABNT 10004:2004



Fonte: Adaptado de ABNT 10004:2004

Figura 1 – Caracterização e classificação de resíduos sólidos

2.2 Resíduos Sólidos Industriais

O Art. 2º da Resolução da CONAMA 313/2002, traz a seguinte definição sobre resíduo sólido industrial:

- É todo o resíduo proveniente de atividades industriais e que esteja no estado sólido, semi-sólido, gasoso e líquido, os quais possuem características, que não permitem seu descarte na rede pública de esgoto e em corpos d'água, sendo necessário, o estudo de métodos economicamente inviáveis, buscando a melhor técnica para disposição final desses resíduos. São incluídos lodos provenientes de estações de tratamento de água e rejeitos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição.

2.3 Resíduos Sólidos Industriais e Sustentabilidade

Com o avanço da globalização e a busca pela sustentabilidade, houve a necessidade de conciliar o desenvolvimento econômico e as questões ambientais, principalmente por meio da implantação da gestão de resíduos, garantindo um sistema com utilização, rendimento, qualidade contínua e desenvolvimento. (TOCCHETTO, 2005)

O sistema de gestão integrada busca eliminar a barreira existente entre as etapas de degradação, a utilização de recursos, e ações corretivas a serem implantadas. Esse sistema visa uma melhor

forma de utilização de recursos naturais, transformação das questões sociais que norteiam a exploração, sendo assim, um item importante da interação entre a sociedade e a natureza. O planejamento do processo de desenvolvimento é inserido num sistema de gestão permanente de recursos, do espaço e qualidade do meio natural e artificial, buscando a conciliação entre as questões ecológicas e desenvolvimento, que pode levar ao avanço de estratégias, com o objetivo de organizar a demanda. (TOCHETTO, 2005)

Assim segundo Tochetto (2005) o planejamento de recursos deve conter objetivos como política de diversas formas de decisão, por exemplo, tecnológica e industrial, política de ordenamento espacial e política de modo de vida.

2.4 Norma NBR ISO 14001:2015

Segundo Nunes et al. (2017) a norma estabelece critérios relativos a um sistema de gestão ambiental, possibilitando a uma organização criar uma política e objetivos baseado nos requisitos legais e informações referentes aos impactos ambientais significativos. Nesse contexto, os aspectos ambientais geralmente são controlados e influenciados pela organização.

2.5 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Por meio da Lei nº 12.305/2010 são definidas diretrizes, objetivos, princípios e instrumentos relativos a gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, promovendo um sistema de gestão que possibilita um sistema de coletas de resíduos sólidos urbanos mais adequado.

A Lei define os conceitos de disposição final ambientalmente adequada, gerenciamento de resíduos sólidos, reutilização, reciclagem de resíduos e logística reversa aplicada.

A Lei estabelece as responsabilidades compartilhadas entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de resíduos sólidos, bem como as responsabilidades atribuídas aos geradores e municípios.

3. Metodologia

A pesquisa se baseia na revisão de literatura, das propostas de gerenciamento de resíduos sólidos industriais aplicadas, ao setor da indústria moveleira. Foram utilizadas as bases de dados Science Direct e Google Acadêmico, com as palavras chave: gestão de resíduos industriais e sustentabilidade e gerenciamento de resíduos industriais. Utilizando como base o estudo feito por Nunes et. al (2017).

4. Análise de Resultados

Artigo 1: Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fábrica de móveis.

Autores: Pedro Altamir Kozak, Alison Moura Cortez, Waldir Nagel Schirmer, Marcos Vinicius Winckler Caldeira, Rafaelo Balbinot

Metodologia: Estudo de caso para uma indústria de móveis em Irati -PR, coletando dados referentes aos resíduos sólidos gerados no processo produtivo e matérias-primas utilizadas.

Principais Análises:

- Os resultados indicaram que os resíduos de maior geração, foram os de madeira (pó, cepilhos e aparas de painéis) e em menor quantidade resíduos de plásticos, papel/papelão e metais;
- Houve geração de resíduos perigosos como solventes orgânicos e borra de tinta;

- A partir dos resultados obtidos, foi possível dimensionar o tamanho dos coletores e as cores, que foram: azul (papel/papelão), vermelho (plástico), amarelo (metal), preto (madeira), laranja (resíduos perigosos), marrom (resíduos orgânicos) e cinza (resíduo geral não reciclável ou misturado);
- Resíduos classificados como II A e II B podem ser reutilizados ou reciclados, assim como os perigosos (Classe I), mas os perigosos podem também ser destinados em aterro industrial, ou sanitário;
- A borra de tinta deve ser coletada, tratada e destinada por empresa especializada;
- Embalagens de tintas e solventes devem ser reciclados de maneira adequada;
- Cepilhos, aparas de painéis e pó de madeira podem ser utilizados na geração de energia pela queima em caldeiras ou fornos de olarias;
- Resíduos de madeira em geral podem ser utilizados na produção de briquetes, compostos poliméricos, confecção de chapas de partículas e produção de polpa de papel.

Artigo 2: Resíduos Gerados em Indústrias de Móveis de Madeira Situadas no Pólo Moveleiro de Arapongas -PR.

Autores: Elaine Garcia de Lima, Dimas Agostinho da Silva

Metodologia: Estudo de caso, relacionado a geração de resíduos de madeira em sete pequenas empresas, nove médias empresas e uma grande empresa, no setor moveleiro em Arapongas PR, com levantamento de dados por meio da aplicação de questionários, entrevistas e visitas técnicas.

Principais Análises:

- Os resíduos gerados por essas empresas são: pó, cepilhos, e aparas, além de varrição de fábrica, plástico, papel, metal e lixa; líquidos: solvente de tinta, borra de tinta e água de cabine de pintura.
- Nas empresas de móveis retilíneos e de estofados, 95% do total de resíduos encontrados foram de madeira. As empresas, em geral, encaminham os resíduos para o Centro de Tecnologia em Ação e Desenvolvimento Sustentável – CETEC, que envia esses resíduos para uma usina de resíduos.
- Os briquetes produzidos com resíduos de madeira não possuem análises para verificação das emissões de poluentes.
- Os resíduos que não são encaminhados ao CETEC, são destinados pelas empresas, 82% das empresas aproveitam algum tipo de resíduo no processo produtivo, 53% vendem pequena parte desses resíduos.

Artigo 3: O Ecodesign no Setor Moveleiro do Rio Grande do Sul

Autor: Cláudio Senna Venzke

Metodologia: Análise da gestão de resíduos nas empresas do setor moveleiro no Rio Grande do Sul, com utilização de alguns parâmetros do ecodesign e proposta de alternativas tecnológicas para melhor desempenho das questões ambientais pela empresa.

Principais Análises: As empresas estão aptas às novas tecnologias e matérias primas, mas as mudanças ocorrem mais por uma questão de tendência nacional e mundial, do que a busca por soluções alternativas para solução de problemas.

Artigo 4: Diagnóstico da gestão de resíduos de madeira e de chapas nas indústrias do Pólo Moveleiro de Bento Gonçalves

Autores: Daiana Maffessoni, Alvaro Meneguzzi

Metodologia: A partir do cadastro de 299 empresas moveleiras presentes no município, buscou-se dados da Fepam e da SMMAM para verificação da licença ambiental, e então realizou-se a aplicação de questionários, onde obtiveram os dados de 84 empresas.

Principais Análises: Os resultados obtidos demonstram que 67,87% das empresas não possuíam licença ambiental, geram grande quantidade de resíduos de madeira e de chapas e a maioria são enviados para a queima em olarias ou caldeiras, ou são doados a terceiros e não há conhecimento dos impactos ambientais gerados da disposição dos mesmos.

Os resíduos de serragem de maravalhas, e retalhos provenientes de MDF, aglomerado, compensado, fórmica e madeira maciça foram destinados para a queima em olarias ou caldeiras, assim parte dos resíduos é doada e parte da serragem compõe cama de aviários.

Artigo 5: Benefícios ambientais e econômicos provenientes da implementação da produção mais limpa em uma indústria de móveis de Natal-RN

Autores: P.P. S. Leite, H.C.D. Pimenta

Metodologia: Revisão Bibliográfica sobre o setor e a produção mais limpa e uma pesquisa de campo baseada no diagnóstico ambiental e operacional da empresa, estudo de arranjo físico, levantamento de métodos, fluxograma específico do processo produtivo, levantamento de aspectos e impactos, levantamento de desperdícios, estudo das possibilidades de melhorias, implementação e monitoramento.

Principais Análises: Algumas medidas foram implementadas, como otimização do MDF, cola, lixa, além da implantação de um sistema de serragem e sistematização da produção, e reaproveitamento de aparas de MDF para fabricação de chapas recicladas.

As oportunidades de melhoria contemplam os níveis I (redução na fonte) e nível II (reciclagem interna), acarretando na otimização do uso de recursos e diminuição da poluição gerada, trazendo um retorno para a empresa não superior à 2 anos.

5. Conclusão

A gestão de resíduos sólidos, é um tema que ainda deve ser mais abordado, principalmente nas questões de novas metodologias para destinação final desses resíduos na indústria. Apesar dos resultados analisados na indústria da madeira, indicarem, que as empresas fazem o reaproveitamento desses resíduos para produção de outros produtos, ainda há mudanças a serem feitas no setor.

Os principais resíduos gerados pela indústria moveleira são: cepilhos, aparas de madeira, pó de madeira e serragem de maravalha.

A sustentabilidade é outro tema que dever ser mais estudado, pois a maioria das indústrias ainda destinam os resíduos para caldeiras e olarias, sem a verificação dos possíveis impactos ambientais causados pela queima desses resíduos e para a produção dos briquetes as questões ambientais, também não são analisadas.

Algumas empresas ainda não implantaram o gerenciamento de resíduos sólidos, sendo necessário a implementação de um sistema de gestão adequado, pois a destinação final incorreta causa diversos impactos ao ambiente.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004, 77 p.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional dos Resíduos Sólidos.* Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em 27/09/2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução 313 de 29 de outubro de 2002.* Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>> Acesso em 27/09/2018.

JACOBI, P. R.; BESEN, G.R. *Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.* Estudos Avançados. Vol. 25, nº 71, p. 135-158, 2011.

KOZAK, P.A. et. al. *Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fábrica de móveis.* Revista Acadêmica Ciência Animal. Vol. 6, nº 2, p.203-212, 2008.

LEITE, P. P. S.; PIMENTA, H. C. D. *Benefícios Ambientais e Econômicos Provenientes da Implementação da Produção Mais Limpa Em Uma Indústria de Móveis de NATAL-RN.* Revista HOLOS. Ano, 27, nº 2, p. 52-71, 2011.

LIMA, E.G de.; SILVA, D.A.da. *Resíduos Gerados em Indústrias de Móveis de Madeira Situadas no Pólo Moveleiro de Arapongas -PR.* Revista Floresta. Vol. 35, nº 1, p. 105-116, 2005.

MAFFESSIONI, D. MENEGUZZI, A. *Diagnóstico da gestão dos resíduos de madeira e de chapas nas indústrias do Pólo Moveleiro de Bento Gonçalves.* 3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, Bento Gonçalves, RS. Anais...Bento Gonçalves, RS: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2012.

NUNES, B. B. S. et. al. *Gestão de Resíduos na Indústria Alimentícia no Brasil: uma revisão de literatura das metodologias aplicadas.* VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ponta Grossa, PR. Anais... Ponta Grossa, PR: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2017.

SMITH, R.L.; SENGUPTA, D.; TAKKELLAPATI, S.; LEE, C.C. *An industrial ecology approach to municipal solid waste management: I. Methodology.* Journal Resources, Conservation and Recycling, 2015.

TOCCHETTO, M. R. L. *Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais.* 2005, 97 f. Curso de química industrial, Departamento de Química – CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VENZKE, C. S. *O Ecodesign no Setor Moveleiro do Rio Grande do Sul.* Revista REAd. Vol. 8, nº 6, p. 2-13, 2002.