



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

MIRAYA DUTRA DEGLI ESPOSTI CAETANO

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO SETOR DE MÓVEIS DE
MADEIRA DA GRANDE VITÓRIA - ES**

VITÓRIA
2017

MIRAYA DUTRA DEGLI ESPOSTI CAETANO

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO SETOR DE MÓVEIS DE
MADEIRA DA GRANDE VITÓRIA - ES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, na área de concentração Gestão Sustentável e Energia.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Silva Filho.

VITÓRIA
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C128a Caetano, Miraya Dutra Degli Esposti, 1991-
Análise do gerenciamento de resíduos sólidos em micro e
pequenas empresas do setor de móveis de madeira da Grande
Vitória - ES / Miraya Dutra Degli Esposti Caetano. – 2017.
116 f. : il.

Orientador: Gilson Silva Filho.
Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento
Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
Tecnológico.

1. Resíduos sólidos – Gerência. 2. Mobiliário – Trabalhos em
madeira. 3. Indústria de móveis. 4. Pequenas e médias empresas.
5. Vitória, Região Metropolitana de (ES). 6. Produção mais limpa. I.
Silva Filho, Gilson. II. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 628

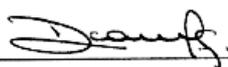
MIRAYA DUTRA DEGLI ESPOSTI CAETANO

**“ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO SETOR DE
MÓVEIS DE MADEIRA DA GRANDE VITÓRIA - ES”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração Gestão Sustentável e Energia.

Aprovada em 17 de março de 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. DSc. Rosane Hein de Campos
Examinadora Interna - PPGES / UFES



Prof. DSc. Edison Thaddeu Pacheco
Examinador Externo –
DEC/CT/CUSC



Prof. DSc. Gilson Silva Filho
Orientador – PPGES

Para minha mãe, que eu tanto amo e admiro e a quem eu devo tudo que sou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter abençoado meu caminho desde o início. À minha mãe, meu maior exemplo, pelo amor e dedicação incondicionais, pelo incentivo e apoio constantes à minha formação e por ter dividido comigo os melhores e os piores momentos ao longo de toda essa jornada. À minha irmã, Mayana, pela companhia, amizade e cumplicidade. Ao meu namorado, Francis, por todo companheirismo, encorajamento e auxílio com a pesquisa. À minha prima Carol, pela ajuda e pelo exemplo de determinação. A toda a minha família, por entender minhas ausências em vários encontros e por toda a torcida.

Agradeço também aos professores e colegas do curso de pós-graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Ufes, em especial ao meu orientador Gilson Silva Filho e ao amigo Paulo Kaminice.

Aos responsáveis pelas empresas estudadas, agradeço pela participação, receptividade e atenção e por cada informação e detalhe fornecidos. À Fapes, agradeço pelo apoio financeiro.

“Por que será que vivemos trabalhando para produzir o que não consumimos e, em troca disso, consumimos o que não nos é útil e temos o que não utilizamos, e, por fim, nunca estamos satisfeitos?”

Clube da Luta (1999)

RESUMO

Este trabalho objetivou investigar o gerenciamento de resíduos sólidos em quatro empresas fabricantes de móveis de madeira da região da Grande Vitória – ES, sendo duas microempresas e duas empresas de pequeno porte, e propor ações com base nos conceitos e estratégias da Produção mais Limpa e nas diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Primeiro, selecionaram-se quatro empresas do setor de móveis para realização de visitas *in loco*, com aplicação de questionário semiaberto e entrevistas semiestruturadas, a fim de se levantar o quantitativo das matérias-primas e insumos utilizados e dos resíduos gerados no processo de produção de móveis de cada empresa, os procedimentos adotados no gerenciamento de resíduos sólidos, os aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados à geração de resíduos em cada empresa. As empresas foram comparadas com relação a essas variáveis e identificou-se a mais eficiente na conversão de suas matérias-primas em produtos acabados e a com o melhor gerenciamento de resíduos sólidos. Em seguida, propuseram-se soluções sustentáveis para a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos gerados. Verificou-se que mais de 280 toneladas de resíduos sólidos foram geradas pelas quatro empresas no ano de 2014, sendo a maior parte (mais de 90%) formada por restos de madeira (cavacos e maravalhas) e serragem/pó. A empresa que apresentou melhor gerenciamento de resíduos sólidos foi a Empresa 3 e a Empresa 2 apresentou a melhor eficiência no processo produtivo, ambas empresas de pequeno porte, o que endossa estudos de diversos autores sobre o grau de adoção de práticas ambientais proativas estar relacionado ao tamanho da empresa - quanto maior a organização, mais propensa ela é a adotar tais práticas.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos sólidos. Produção mais Limpa. Móveis de madeira. Proposição de alternativas.

ABSTRACT

This study aimed to investigate solid waste management in four wood furniture manufacturers in Greater Vitória – ES region, two of those being micro and the other two small companies, and make proposals based on the Cleaner Production program and Brazilian “Política Nacional de Resíduos Sólidos” (National Solid Waste Policy) law. First, four furniture companies were selected to carry out on-site visits, with a semi-open questionnaire and semi-structured interviews, in order to examine the quantity of raw materials used and the waste generated in the production process. In addition, we examined the procedures adopted for the management of solid waste, the environmental, social and economic aspects related to the generation of waste in each company. Then we compared the companies with regard to these variables and identified the most efficient to convert their raw materials into finished products and the one with the best solid waste management. Next, sustainable solutions were proposed for the non-generation, reduction, reuse, recycling, treatment and proper final destination of the waste generated. There was more than 280 tons of solid waste generated by the four companies in 2014, with the majority (more than 90%) consisting of wood chips and sawdust/wood powder. The company with the best solid waste management was Company 3 and Company 2 was the one with the best production process efficiency, both small companies, which endorses studies by several authors that the degree of adoption of proactive environmental practices is related to the size of the company - the larger the company, more likely it is to adopt such practices.

Keywords: Solid waste management. Cleaner Production. Wooden furniture. Proposition of alternatives.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Parte da planta produtiva da Empresa 1	57
Fotografia 2 – Parte da planta produtiva da Empresa 2	58
Fotografia 3 – Parte da planta produtiva da Empresa 4	59
Fotografia 4 – Colaborador lixando peça de MDF na Empresa 1.....	62
Fotografia 5 – Produto sendo embalado pela máquina na Empresa 2.....	64
Fotografia 6 – Máquina de corte automatizada na Empresa 4.....	66
Fotografia 7 – Armazenamento da serragem/pó de madeira e MDF na Empresa 1.	74
Fotografia 8 – Acondicionamento da serragem/pó de MDF na Empresa 2.....	76
Fotografia 9 – Equipamento com sistema de aspersão integrado.....	78
Fotografia 10 – Sobras de MDF e madeira na Empresa 4	79
Fotografia 11 – Sistema de aspersão e latões para acondicionamento da serragem/pó de madeira e MDF na Empresa 4	80

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Caracterização e classificação dos resíduos sólidos.....	25
Fluxograma 2 – Geração de opções de P+L.....	47
Fluxograma 3 – Etapas do processo produtivo da Empresa 1	61
Fluxograma 4 – Etapas do processo produtivo da Empresa 2	63
Fluxograma 5 – Etapas do processo produtivo da Empresa 3	65
Fluxograma 6 – Etapas do processo produtivo da Empresa 4.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo das características de cada empresa do estudo	60
Quadro 2 – Resumo do acondicionamento e armazenamento dos resíduos nas quatro empresas.....	81
Quadro 3 – Resumo do transporte e destinação final dos resíduos nas quatro empresas.....	83
Quadro 4 – Resumo do comportamento das quatro empresas frente aos procedimentos de P+L já adotados.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faturamento do setor moveleiro no brasil de 2011 a 2015	40
Tabela 2 – Porte da empresa de acordo com a receita bruta anual.....	51
Tabela 3 – Quantidade das principais matérias-primas utilizadas no processo produtivo em 2014.....	69
Tabela 4 – Quantidade dos principais resíduos gerados pelas empresas em 2014.	72
Tabela 5 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 1	73
Tabela 6 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 2	75
Tabela 7 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 3	76
Tabela 8 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 4	78

LISTA DE SIGLAS

Abimóvel – Associação Brasileira da Indústria de Móveis

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Apae – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais

Cempre – Cadastro Central de Empresas

CMMAD – Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas

Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Defra – Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais, do inglês *Department for Environment, Food & Rural Affairs*

Epa – Autoridade de Proteção do Meio Ambiente, do inglês *Environment Protection Authority*

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EPP – Empresa de Pequeno Porte

ES – Espírito Santo

Ete – Estação de Tratamento de Efluentes

Fiesp – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

Firjan – Federação das Indústrias do Rio de Janeiro

HDF – Painel de fibras de Alta Densidade, do inglês *High Density Fiberboard*

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Idaf – Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal

Iema – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IRS – Inventário de Resíduos Sólidos

ISO – Organização Internacional para Padronização, do inglês *International Organization for Standardization*

MDF – Painel de fibras de Média Densidade, do inglês *Medium Density Fiberboard*

MDP – Painel de partículas de Média Densidade, do inglês *Medium Density Particleboard*

ME – Microempresa

MG – Minas Gerais

Minter – Ministério do Interior

MOVERGS – Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul

NBR – Norma Brasileira

P+L – Produção mais Limpa

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PME – Pequenas e Médias Empresas

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

Pnuma – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

Remade – Revista da Madeira

RN – Rio Grande do Norte

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

Sindmadeira – Sindicato das Indústrias de Madeiras e Atividades Correlatas em Geral da Região Centro Sul do Estado do Espírito Santo

Sisnama – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SP – São Paulo

Suasa – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

Unido – Organizações das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, do inglês *United Nations Industrial Development Organization*

WRAP – Programa de Ação de Resíduos e Recursos, do inglês *Waste and Resources Action Programme*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	22
3.2	RESÍDUOS SÓLIDOS	23
3.3	MANUSEIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	30
3.3.1	Treinamento de pessoal	30
3.3.2	Segregação	31
3.3.3	Acondicionamento	32
3.3.4	Armazenamento	33
3.3.5	Transporte	34
3.3.6	Tratamento	34
3.3.6.1	Reciclagem	35
3.3.6.2	Incineração	36
3.3.6.3	Encapsulamento	37
3.3.6.4	Co-processamento	37
3.3.7	Disposição final	39
3.4	PANORAMA DO SETOR MOVELEIRO	39
3.5	RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE MADEIRA E SEUS IMPACTOS À SAÚDE HUMANA E AO MEIO AMBIENTE	41
3.6	SISTEMA DE GESTÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL	43
3.7	A PRODUÇÃO MAIS LIMPA	45
4	METODOLOGIA	50
4.1	TIPO DE PESQUISA	50
4.2	AÇÕES DA PESQUISA	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56

5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS.....	56
5.2	O PROCESSO PRODUTIVO.....	60
5.3	MATÉRIAS-PRIMAS E INSUMOS UTILIZADOS NO PROCESSO PRODUTIVO	68
5.4	QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS.....	70
5.5	MANUSEIO DOS RESÍDUOS	71
5.6	PROCEDIMENTOS DE P+L ADOTADOS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	84
5.6.1	Não geração e Redução	84
5.6.2	Reutilização, Reciclagem e Tratamento	85
5.6.3	Destinação final ambientalmente adequada	85
5.7	ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	87
5.8	PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS DE MADEIRA	90
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	95
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS EMPRESAS	110

1 INTRODUÇÃO

Uma forma de estimular a preocupação na reutilização e/ou reciclagem dos resíduos sólidos no Brasil, a fim de reduzir a disposição destes resíduos no ambiente, foi a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010. Essa lei trouxe novas responsabilidades e definiu obrigações a atores econômicos participantes das diversas cadeias produtivas, tanto pessoas físicas quanto jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvem ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Dentre esses atores estão as empresas fabricantes de móveis, consideradas umas das mais importantes indústrias de transformação no país, tanto pela importância do valor de sua produção, quanto pela geração de empregos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS - ABIMÓVEL, 2006). Entretanto, são grandes geradoras de resíduos. No Brasil estima-se que quase 30 milhões de toneladas de resíduos de madeira são gerados anualmente e a principal fonte geradora é a indústria madeireira, que contribui com 91% desse montante. Comparativamente, a participação dos resíduos de madeira da construção civil (3%) e do meio urbano (6%) é menos expressiva (TUOTO, 2009). Dessa forma, para se evitar o desperdício e a degradação ambiental e também aumentar a margem de lucro na produção de móveis, é importante conhecer as etapas do processo de produção bem como os resíduos sólidos gerados em cada uma delas, suas quantidades e destinação final (RAMOS; TÁVORA JÚNIOR, 2009).

As moveleiras, constantemente, não têm evidências de contabilidade relativa aos resíduos de madeira gerados (DAIAN; OZARSKA, 2009), o que já havia sido constatado por Nahuz (2005), que verificou que menos de 5% das empresas do setor têm programas de conservação ambiental e afirmou que não existe plano de gestão integrada de resíduos no setor.

Os fabricantes de móveis, predominantemente, pertencem ao grupo de Pequenas e Médias Empresas (PME), cujas operações são caracterizadas pela baixa produtividade, baixa inserção de novas tecnologias e deficiência na gestão ambiental

(GORDIC et al., 2014). Segundo Netregs (2003), grande parte das PME desconhece seus impactos ao meio ambiente. Contudo, durante a implantação de uma empresa de pequeno ou médio porte, acredita-se que o impacto ao ambiente é mínimo, mas não se leva em consideração o impacto do montante de empresas de igual porte. Em termos de sustentabilidade ambiental, os impactos ao ambiente ocasionados pelas PME são bastante significativos e, muitas vezes, superam os das grandes empresas (COLLINS et al., 2007; REDMOND; WALKER; WUANG, 2008). Segundo Gordic et al. (2014) as principais preocupações ambientais da indústria moveleira, independente do porte e da atuação, são:

- A poluição do ar, a partir da serragem e de outras partículas e compostos orgânicos voláteis;
- A poluição da água, a partir de solventes e outros materiais usados nas operações de limpeza e manutenção de equipamentos;
- Os resíduos sólidos, que compreendem aparas de madeira, serragem, adesivos, resinas entre outros.

A magnitude dessas preocupações depende do tamanho das empresas e da natureza e grau de sofisticação tecnológica dos equipamentos e instalações empregados (GORDIC et al., 2014). Alguns autores associam o tamanho da empresa ao seu comportamento empresarial quanto a gestão ambiental (COLLINS et al., 2007; FERNANDEZ-FEIJOO; ROMERO; RUIZ, 2014; GOMES et al., 2015) e sugerem que o tamanho da empresa tem um efeito significativo sobre o grau de proatividade para a adoção de práticas sustentáveis, onde as grandes organizações são mais propensas a adotar práticas ambientais proativas, como a aquisição de equipamentos mais modernos, que minimizam a perda da matéria-prima em forma de resíduo, utilização de sistemas de gestão ambiental formalizados e certificados, etc. (COLLINS et al., 2007; VALIENTE; AYERBE; FIGUERAS, 2012; FIFKA; POBIZHAN, 2014).

A sustentabilidade da empresa pode ser obtida pela utilização de estratégias sustentáveis, definidas como um conjunto de atividades destinadas a melhorar os aspectos ambientais, econômicos e sociais dos processos de negócio e produtos e que permitem às partes interessadas realizarem escolhas certas e tomarem as melhores decisões (IRITANI et al., 2015). Um exemplo dessas estratégias, utilizada

com sucesso no ambiente empresarial, é a Produção Mais Limpa, ou “P+L” (LEITE; PIMENTA, 2011; SEVERO et al., 2012; OLIVEIRA, 2013), cujo principal objetivo é aumentar a eficiência de processos e serviços e reduzir os riscos à saúde humana e ao meio ambiente (PNUMA, 2004).

Haja vista a escassez de informações sobre o setor moveleiro, a baixa propensão a adotar práticas sustentáveis por empresas de portes menores (micro e pequenas) e a necessidade de soluções ambientalmente adequadas por parte das empresas fabricantes de móveis da região da Grande Vitória, faz-se viável e necessário um estudo com abordagem estruturada e sistemática do gerenciamento de resíduos sólidos gerados em Microempresas (ME) e Empresas de Pequeno Porte (EPP) do setor de móveis desta região, objetivando revelar particularidades sobre a geração e o gerenciamento destes resíduos que são ou podem ser inerentes às tecnologias, processos, volume de produção e porte da empresa. Este estudo permitirá avaliar o cenário atual quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos e propor, por meio dos conceitos e metodologias da P+L e das diretrizes da PNRS, ações que possam melhorar o gerenciamento dos resíduos e, ao mesmo tempo, otimizar suas receitas e reduzir suas perdas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o gerenciamento de resíduos sólidos gerados em quatro indústrias do setor de móveis de madeira da Grande Vitória – Espírito Santo (ES), sendo duas Microempresas e duas Empresas de Pequeno Porte e propor ações com base nos conceitos e estratégias da P+L e nas diretrizes propostas pela PNRS a serem implementadas para eliminar, reduzir e/ou melhor destinar os resíduos sólidos gerados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar quatro empresas do setor de móveis, levando em conta o porte, o fácil acesso por transporte público e a disponibilidade no fornecimento de dados internos para realização da pesquisa;
- Elaborar um questionário para coleta de informações;
- Levantar o quantitativo de matérias-primas e insumos utilizados e de resíduos gerados no processo de produção de móveis de cada empresa;
- Identificar os procedimentos adotados no gerenciamento de resíduos sólidos, com relação à não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos de cada empresa;
- Identificar os aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados à geração de resíduos em cada empresa;
- Comparar, entre as empresas, as etapas do processo produtivo, os tipos e quantidades de matéria-prima utilizadas e de resíduos gerados, as ações atualmente adotadas relacionadas à não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos resíduos;
- Propor soluções sustentáveis para a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos gerados com base na P+L e na PNRS.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A degradação do ecossistema, a escassez de recursos naturais, a perda de biodiversidade e as alterações climáticas ameaçam o bem-estar da sociedade moderna e, eventualmente, a vida na Terra (ROCKSTRÖM et al., 2009). Tais consequências têm sido intensificadas pelo aumento da população global associado às suas demandas crescentes por prosperidade e consumo, o que também tem acentuado os problemas de pobreza e de saúde da sociedade (HEIKKURINEN; BONNEDAHL, 2013).

Em resposta às mudanças nas legislações ambientais e à crescente pressão sobre os geradores de resíduos, as empresas têm buscado cada vez mais implantar em seus processos produtivos novas tecnologias em prol de desenvolver produtos e fornecer serviços mais sustentáveis, o que tem aumentado a competitividade empresarial, mantendo as empresas que mais se ajustam ao modelo sustentável competitivas e ambientalmente responsáveis (DIAS, 2004; ARGENTA, 2007).

O conceito de sustentabilidade está ancorado nos pilares do desenvolvimento ambiental, social e econômico (DIAS, 2004; ALIGLERI, 2011). O termo “desenvolvimento sustentável”, definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46), fomenta que as gerações futuras não devem ser influenciadas negativamente pela evolução da geração atual. Isso inclui, especialmente, a exploração dos recursos naturais que, muitas vezes, não são renováveis (CMMAD, 1991). Dessa forma, processos ou atividades que utilizam recursos sem se preocupar com a garantia de desenvolvimento social – mediante a manutenção do tripé da sustentabilidade – para as futuras gerações, não estão em conformidade com o modelo de desenvolvimento sustentável (GMELIN; SEURING, 2014). Isso vale também para os empreendimentos que geram resíduos em grande quantidade, se preocupando, apenas, em dispô-los legalmente em vez de priorizarem a não geração ou a minimização desses resíduos.

A racionalização da matéria-prima, o reaproveitamento e a reciclagem são, conforme mostram diversos autores (SCHNEIDER et al., 2003; GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; RODRIGUES, 2008; ETZION et al., 2017), necessidades básicas para a obtenção de competitividade, uma vez que a sustentabilidade vem se mostrando cada vez mais essencial para a manutenção dos mercados já consolidados. O valor que ela é capaz de agregar às empresas é percebido pelos clientes e investidores, gerando um conceito de conscientização ecológica corporativa (LOUREIRO; SARDINHA; REIJNDERS, 2012; GOMES et al., 2015). Essa conscientização se inicia mediante a aplicação de uma gestão focada em resultados, em decisões e ações sustentáveis e novas metodologias para gestão das matérias-primas e dos resíduos (KHAN; SADIQ; VEITCH, 2004). O desafio de uma gestão que trabalhe de forma a integrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais – bases do desenvolvimento sustentável – de forma consolidada e estratégica é cada vez mais comum no ambiente de negócios, pois torna-se contínua a preocupação da organização em relação ao seu futuro, sua subsistência e a manutenção do ambiente como investimento de médio a longo prazo (GOMES et al., 2015).

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

O aumento da população, a expansão da economia, a rápida urbanização e a melhora no padrão de vida da população têm acelerado consideravelmente a geração de resíduos sólidos em todo o mundo, especialmente nos países em desenvolvimento (MINGHUA et al., 2009; GUERRERO; MAAS; HOGLAND, 2013), tornando o tema uma questão ambiental global (SHARHOLY et al., 2007; SENG et al., 2010).

Durante as últimas décadas o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos foi reconhecido pela maioria dos países como um assunto de grande preocupação, sendo um importante fator para garantir a saúde humana e a proteção do meio ambiente (KORONEOS; NANAKI, 2012).

Estima-se que o volume de resíduos sólidos gerados no mundo todo em 2011 foi de cerca de 11 bilhões de toneladas, dos quais 9,8 bilhões corresponderam a resíduos sólidos de construção e industriais (SONG; LI; ZENG, 2015).

A Norma Brasileira (NBR) 10004:2004, que trata sobre a classificação de resíduos, define resíduos sólidos como:

Os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2004a, p. 1).

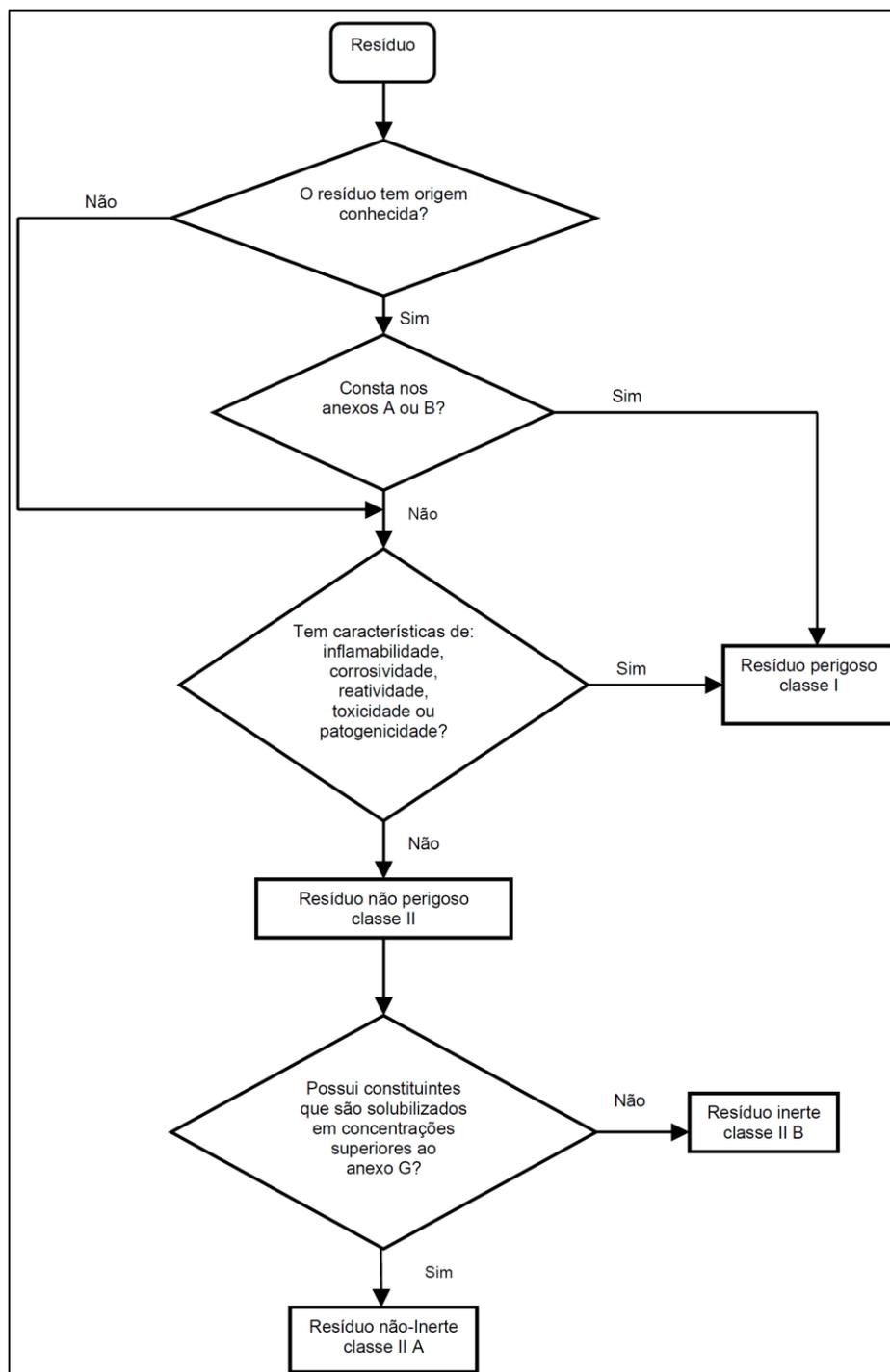
A norma ainda possibilita rotular os resíduos sólidos em duas classes:

- Classe I – perigosos: aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, pois podem ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos e, por esse motivo, necessitam de tratamento e disposição específicos.
- Classe II – não perigosos:
 - Classe II A – não inertes: aqueles que não se enquadram nas classes I e II B – Inertes. Apresentam características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Ex.: papel, papelão, matéria vegetal e outros;
 - Classe II B – inertes: são quaisquer amostras representativas de resíduos que, quando em contato dinâmico e estático com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor. Ex.: rochas, tijolos, vidros e certas borrachas e plásticos de difícil degradabilidade.

Para a classificação e correto gerenciamento dos resíduos é imprescindível um conhecimento prévio do processo industrial do qual eles se originaram, para identificação das substâncias presentes e verificação da sua periculosidade (ALIGLERI, 2011). Quando um resíduo tem origem desconhecida, o trabalho para classificá-lo torna-se complexo.

O Fluxograma 1 apresenta a metodologia a ser adotada para caracterização e classificação dos resíduos sólidos, de acordo com a NBR 10004:2004 (ABNT, 2004a).

Fluxograma 1 – Caracterização e classificação dos resíduos sólidos



Fonte: ABNT (2004a).

A partir dessa classificação deverão ser tomadas as decisões técnicas e econômicas para todas as fases do gerenciamento dos resíduos sólidos industriais, detalhadas no tópico 3.2.

Visando reduzir os impactos ao meio ambiente e proporcionar um desenvolvimento sustentável às sociedades, têm sido elaboradas diversas leis e resoluções relacionadas à degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar populacional e ambiental (BRASIL, 1981; KORONEOS; NANAKI, 2012).

Uma delas é a Lei nº 12.305/2010 que, em seu Art. 1º, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

O Art. 3º, inciso “X”, define o gerenciamento de resíduos sólidos como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010, p. 2).

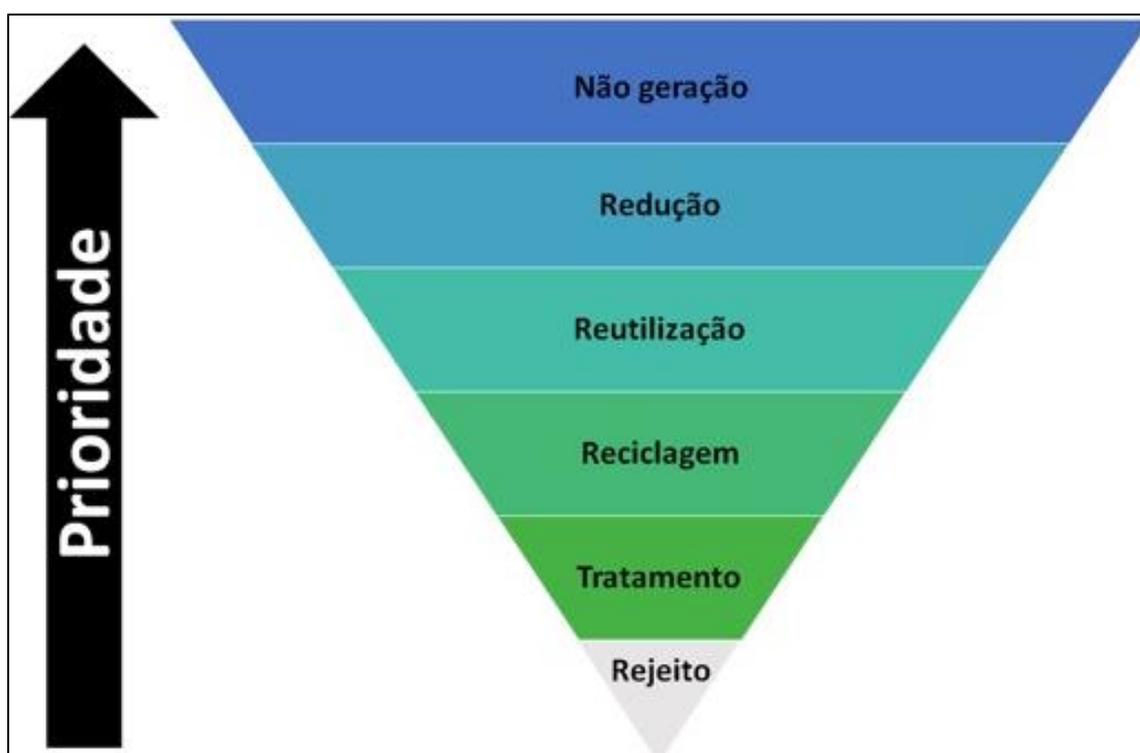
A PNRS classifica os principais resíduos sólidos quanto à sua origem em (BRASIL, 2010):

- Resíduos sólidos urbanos: correspondem aos resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em residências urbanas e resíduos de limpeza urbana, provenientes da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros;
- Resíduos industriais: gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- Resíduos de serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).

- Resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e na preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- Resíduos de serviços de transportes: originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- Resíduos de mineração: gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

O Art. 7º, inciso “II”, define como sendo uns dos objetivos da PNRS, “a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, assim como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010, p. 4) e o Art. 35 afirma que “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deverá ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010, p. 37), como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Prioridade da gestão de resíduos sólidos



Fonte: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp (2016).

Segundo a Fiesp:

- Não geração: realizar a atividade produtiva sem que ocorram perdas ao longo do processo e demais atividades que o suportam;
- Redução: buscar a otimização e maximização da eficiência de processo quanto ao uso de maquinário, matérias-primas, desenvolvimento de novas tecnologias, de forma a gerar a menor quantidade possível de resíduos;
- Reutilização: identificar e buscar alternativas para viabilizar técnica e economicamente o uso de refugos e perdas no próprio processo ou em outro, tanto do ponto de vista mássico quanto energético;
- Reciclagem: identificar, buscar alternativas para viabilizar técnica e economicamente o tratamento de refugos, perdas em processos, embalagens, transformando-os em insumos ou novos produtos;
- Outros tratamentos: aplicação de técnicas, tais como: compostagem, recuperação, aproveitamento energético, entre outras admitidas pelos órgãos competentes;
- Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos: destinação de rejeitos em aterro, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (FIESP, 2016, p.1).

O Art. 21 da Lei 12.305/2010, traz informações a respeito do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), exigindo que o mesmo tenha o seguinte conteúdo mínimo:

- Descrição do empreendimento ou atividade;
- Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa [Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária] e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
 - Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
 - Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
- Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama (BRASIL, 2010, p.14).

O Art. 24 da Lei 12.305/2010 explicita que o PGRS é parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade pelo órgão competente do Sisnama. Pode-se dizer que o PGRS é um documento com valor jurídico que comprova a capacidade de uma empresa de gerir todos os resíduos que gere ou venha a gerar e sua intenção é assegurar que os processos produtivos em uma determinada cidade ou país sejam controlados para evitar grandes poluições ambientais e consequências para a saúde pública e desequilíbrio da fauna e da flora do país (BRASIL, 2010).

No Brasil, desde 02 de agosto de 2010, os PGRS são obrigatórios para um determinado grupo de empresas (BRASIL, 2010):

- Geradoras de resíduos dos serviços públicos de saneamento básico excetuados os resíduos sólidos urbanos domiciliares e de limpeza urbana;
- Geradoras de resíduos industriais;
- Geradoras de resíduos de serviços de saúde;
- Geradoras de resíduos da construção civil;
- Estabelecimentos comerciais que gerem resíduos perigosos, ou mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- As responsáveis pelos terminais, portos, aeroportos etc. e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;
- As responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, SNVS ou do Suasa.

A PNRS tem, nos PGRSs, um forte instrumento de aplicação da Lei 12.305/2010. A elaboração desses planos deve ser feita pelo setor público a nível federal, estadual e municipal e por empresas públicas ou privadas. Essa lei é muito importante, pois além de definir diretrizes para com a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos

sólidos, também busca responsabilizar os geradores e o poder público quanto à destinação ambientalmente correta do resíduo gerado (BRASIL, 2010)

3.3 MANUSEIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos inerentes ao processo produtivo – aqueles que não podem ser eliminados – devem ser adequadamente manuseados para que não haja o comprometimento da saúde humana ou danos ao meio ambiente. Para isso, é preciso que haja desde o fornecimento de treinamentos aos funcionários sobre como manejar os resíduos até a sua correta disposição final (SIMIÃO, 2011).

O correto manuseio dos resíduos, apesar de gerar custos, não pode ser desconsiderado, sendo, inclusive, menos oneroso que a recuperação dos recursos naturais contaminados (Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL, 2003b). Para isso, em geral, são necessárias algumas etapas a serem cumpridas, como o treinamento das pessoas envolvidas; a segregação dos resíduos por tipo e cor; seu acondicionamento e armazenamento correto; seu transporte por meio de veículos adequados e rotas pré-estabelecidas; o tratamento adequado do resíduo; o direcionamento e a promoção da reciclagem dos resíduos sólidos que, na maioria das vezes, podem ser reciclados, mas, quando não, devem ser incinerados, encapsulados ou co-processados (CNTL, 2003b; SIMIÃO, 2011).

3.3.1 Treinamento de pessoal

Os envolvidos devem receber treinamentos para manusear os resíduos de forma correta e evitar riscos a sua própria saúde, pois o primeiro contato dos resíduos gerados nas indústrias é realizado, geralmente, por pessoal desqualificado, podendo gerar problemas de ordem técnica, econômica e de segurança (CNTL, 2003b).

Segundo o CNTL (2003b), o treinamento deve manter os envolvidos informados quanto:

- Às características e os riscos inerentes ao trato de cada tipo de resíduo;
- À execução das tarefas de coleta, transporte e armazenamento;

- À utilização adequada de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários às suas atividades;
- Aos procedimentos de emergência em caso de contato ou contaminação com o resíduo, tanto individual, quanto ambiental.

3.3.2 Segregação

Para estabelecer uma política de controle de resíduos é necessário, primeiramente, definir exatamente quais resíduos serão trabalhados. A segregação e posterior identificação dos resíduos devem ocorrer no início do processo, pois evitam a mistura de resíduos incompatíveis, melhoram a qualidade dos resíduos que podem ser recuperados ou reciclados, reduzem o volume de resíduos perigosos a serem tratados e os riscos de contaminação do meio ambiente, do trabalhador e da comunidade (CNTL, 2003b; SISTEMA FIRJAN, 2006).

A segregação dos resíduos é importante, pois, caso haja mistura de resíduos de classes diferentes, um resíduo não perigoso pode ser contaminado e tornar-se perigoso, dificultando seu gerenciamento e aumentando os custos associados. Além disso, devem ser observados os seguintes itens:

- A separação deve ser realizada no local de origem;
- Separar resíduos que possam gerar condições perigosas quando combinados;
- Evitar misturar resíduos líquidos com resíduos sólidos (CNTL, 2003b, p.18).

Para facilitar o processo de separação dos resíduos pode-se utilizar o código de cores apresentado pela Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva:

- Azul – papel/papelão;
- Vermelho – plástico;
- Verde – vidro;
- Amarelo – metal;
- Preto – madeira;

- Laranja – resíduos perigosos;
- Branco – resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo – resíduos radioativos;
- Marrom – resíduos orgânicos;
- Cinza – resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação (BRASIL, 2001, p.1).

O código de cores deve ser utilizado em contêineres e locais de armazenamento de resíduos e os funcionários devem ser devidamente instruídos quanto ao significado de cada cor e aos riscos associados ao manuseio de cada material. Dessa forma, além de facilitar a segregação dos resíduos, o código de cores serve como alerta para os trabalhadores, ajudando a prevenir acidentes durante o manuseio (SIMIÃO, 2011).

Ademais, os resíduos recicláveis, quando bem segregados, podem ser vendidos, gerando uma fonte adicional de renda e contribuindo com a redução dos custos de disposição final ambientalmente adequada.

3.3.3 Acondicionamento

O acondicionamento depende de cada tipo de resíduo, forma de tratamento e/ou disposição final e do tipo de transporte a ser utilizado. Devem ser observados alguns critérios mínimos para a forma de acondicionamento:

- Material de construção compatível com os resíduos;
- Estanqueidade;
- Resistência física a pequenos choques;
- Durabilidade;
- Compatibilidade com os equipamentos de transporte em termos de forma, volume e peso (CNTL, 2003b, p.18).

Normalmente são utilizados dois tipos de recipientes: o de pequena capacidade, instalado próximo aos pontos de geração, e o de grande capacidade, instalado na área de armazenagem da indústria. Os tipos de acondicionamento mais comuns são:

- Tambores de 200 L;
- A granel;
- Caçambas e contêineres;

- Tanque;
- Tambores de outros tamanhos e bombonas;
- Fardos;
- Sacos plásticos (CNTL, 2003b, p.18).

3.3.4 Armazenamento

Segundo a NBR 12235:1992, que trata sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos, o armazenamento de resíduos é definido como a “contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança” (ABNT, 1992, p.1).

O armazenamento dos resíduos deverá atender à Portaria Minter nº 124, de 20 de agosto de 1980, que estabelece que quaisquer indústrias potencialmente poluidoras, bem como as construções ou estruturas que armazenam substâncias capazes de causar poluição hídrica, devem ser instaladas a uma distância mínima de duzentos metros de coleções hídricas ou cursos d’água. Além disso, todo depósito projetado ou construído acima do nível do solo, deverá ser protegido, dentro das necessárias normas de segurança, para receber líquidos potencialmente poluentes (BRASIL, 1980).

Na escolha da área onde o resíduo ficará temporariamente até seu tratamento e/ou destinação final, devem ser observados os seguintes itens:

- O local deve ser projetado para que o risco de contaminação ambiental seja mínimo;
- Deve ser de fácil acesso para os equipamentos de transporte;
- Deve ter o acesso limitado;
- Os resíduos devem estar devidamente identificados e dispostos em áreas separadas;
- O piso deve ser impermeabilizado e com drenagens para a ETE [Estação de Tratamento de Esgoto];
- Os resíduos de diferentes classificações não devem ser armazenados próximos;
- O local deve ser coberto, dependendo do tipo de resíduo estocado;
- O local deve ser ligeiramente afastado de áreas administrativas. Deverá ser controlada a direção predominante dos ventos para evitar problemas de odor;

- A instalação deverá possuir equipamentos de segurança e de proteção individual compatível com os resíduos e com as possíveis emergências (CNTL, 2003b, p.19).

3.3.5 Transporte

Os resíduos gerados nas empresas são transportados interna e externamente. O transporte interno é realizado do ponto de geração do resíduo no processo produtivo até as áreas de armazenamento, de tratamento, reciclagem ou de co-processamento na empresa. Esse transporte deve ser realizado a partir de rotas pré-estabelecidas; os equipamentos utilizados para esse fim devem ser compatíveis com o volume, o peso e a forma do resíduo a ser transportado. Os funcionários envolvidos nessa atividade devem ser adequadamente treinados. Já o transporte externo pode ser realizado por meio de três modalidades: marítima ou fluvial, ferroviária e rodoviária. No Brasil, a modalidade de transporte mais utilizada é a rodoviária (SIMIÃO, 2011).

De acordo com o CNTL (2003b), o expedidor de resíduos ou produtos perigosos é a pessoa jurídica responsável pela contratação do transporte e tem por obrigação, antes de efetuar o embarque da carga:

- Certificar-se de que o motorista possua o devido treinamento;
- Certificar-se das boas condições do veículo;
- Verificar a existência de equipamentos para situações de emergência e de proteção individual;
- Avaliar a compatibilidade dos resíduos;
- Avaliar o acondicionamento, a distribuição dos resíduos no veículo e a correta colocação dos rótulos de risco e painéis de segurança;
- Fornecer a ficha de emergência e o envelope para o transporte;
- Colocar na nota fiscal o nome e o número do resíduo, classe de risco e declaração sobre o acondicionamento da carga (CNTL, 2003b, p.19).

3.3.6 Tratamento

Tratar um resíduo sólido consiste em alterar suas características, sua composição e/ou suas propriedades, a fim de reduzir sua toxicidade, seu volume ou destruí-lo. É transformá-lo para que possa ser reutilizado, quando possível, ou disposto em condições mais seguras e ambientalmente aceitáveis (CNTL, 2003b).

Segundo a mesma fonte, existem quatro tipos de tratamento de resíduos, que podem ser divididos da seguinte forma:

- Tratamento Físico: separação e redução de volume. Ex.: adensamento, desaguamento, secagem, filtração, centrifugação, adsorção, etc.
- Tratamento Físico-químico: inertização e redução da toxicidade. Ex.: encapsulamento e neutralização.
- Tratamento Químico: separação e redução de volume e toxicidade. Ex.: incineração, precipitação, oxidação, redução, co-processamento, recuperação eletrolítica, gaseificação, etc.
- Tratamento Biológico: redução da toxicidade. Ex.: *landfarming*, digestão anaeróbia, compostagem, uso de plantas enraizadas, etc. (CNTL, 2003b, p.20).

No caso dos resíduos sólidos industriais, tendo em vista suas características extremamente variadas, existem diversos processos de tratamento cabíveis. A seguir, serão descritos de forma sucinta os principais aplicáveis aos resíduos de madeira.

3.3.6.1 Reciclagem

A recuperação de materiais que apresentem algum valor comercial é, sem dúvida, a forma mais atraente de se abordar os problemas de tratamento e disposição final de resíduos. Somado à crescente preocupação com a disposição final dos resíduos, à devastação dos recursos naturais e à crise energética, torna-se necessária uma posição voltada para a reciclagem (CNTL, 2003b). Essa solução é considerada uma das alternativas ambientalmente mais seguras e sustentáveis e que atende à legislação vigente, além de diminuir a pressão sobre os aterros industriais, que deve ser a última opção, apenas para os rejeitos (HIRAMATSU, et al. 2002; CNTL, 2003b, LIMA; SILVA, 2005; ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY – EPA, 2012).

Existem diversos problemas associados à recuperação e reciclagem de materiais, sendo que o principal está relacionado à estocagem dos resíduos dentro da própria indústria, onde estes são indiscriminadamente misturados. Desta forma, o fato de uma dada substância que apresente interesse econômico estar contaminada, dificulta qualquer possibilidade de recuperação (CNTL, 2003b).

O processo de reciclagem de resíduos sólidos inclui as seguintes etapas:

- Separação e classificação dos diversos tipos de materiais (vidro, papéis, plástico, metais);
- Processamento para obtenção de:
 - fardos;
 - materiais triturados;
 - e/ou produtos que receberam algum tipo de beneficiamento;
- Comercialização dos materiais na forma triturada, prensada ou produtos obtidos dos processos de reciclagem;
- Reutilização dos produtos e reaproveitamento em processos industriais, como matérias-primas (BRASIL, 2006a, p. 247).

3.3.6.2 Incineração

A incineração é um processo de oxidação a alta temperatura, com a queima de gases entre 1.000°C e 1.450°C, no tempo de até quatro segundos, devendo ocorrer em instalações bem projetadas e corretamente operadas, onde há a transformação de materiais e a destruição de micro-organismos presentes nos resíduos sólidos, visando, essencialmente, à redução do seu volume para 5% e, do seu peso, para 10% a 15% dos valores iniciais (SAKAI; HIRAOKA, 2000; BRASIL, 2006a).

O processo de incineração apresenta vantagens como: a redução drástica do volume a ser descartado, dos danos ambientais e da toxicidade e a recuperação de energia. Porém, apresenta elevados custos de operação, necessidade de mão-de-obra qualificada e limite de emissão de componentes da classe das dioxinas e furanos (CNTL, 2003b).

Por outro lado, a incineração sem controle dos produtos pode resultar em grande fonte de poluição, como o lançamento de dióxido de carbono na atmosfera, que pode favorecer para o aumento do efeito estufa (DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD & RURAL AFFAIRS – DEFRA, 2013). Portanto, para uma incineração ambientalmente adequada, é necessário, principalmente, o monitoramento das emissões atmosféricas, temperatura, tempo, oxigenação e composição das cinzas. As escórias e as cinzas geradas no processo são totalmente inertes, devendo receber cuidados quanto ao acondicionamento, armazenamento, identificação, transporte e destinação final adequada (BRASIL, 2006a).

3.3.6.3 Encapsulamento

O processo de encapsulamento, também conhecido como solidificação, estabilização, inertização ou fixação, consiste na imobilização de resíduos perigosos, por meio da adição de aglomerantes ou de processos físicos, com a finalidade de transformá-los em materiais menos poluentes (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA, 2012). Em geral, este tratamento é indicado para resíduos perigosos gerados em grandes quantidades, mas alguns tipos de resíduos não perigosos também podem ser tratados por esta técnica, objetivando melhorar suas características físicas e de manuseio, diminuir a área superficial de transferência ou perda de constituintes para o meio e/ou limitar a solubilidade de qualquer constituinte do resíduo (CNTL, 2003b).

Os processos de encapsulamento mais comuns utilizam agentes ligantes a base de cimento Portland e de materiais pozolânicos (agentes inorgânicos) e asfalto, betume, polietileno, polipropileno, ureia-formaldeído, poliéster, butadieno, etc. (agentes orgânicos) (KALB; HEISER; COLOMBO, 1991; CNTL, 2003b, RANDALL; CHATTOPADHYAY, 2004).

A utilização de ligantes orgânicos geralmente está associada a tipos especiais de resíduos, como os radioativos ou resíduos perigosos que não podem ser destruídos termicamente. Já os inorgânicos são usados com muito mais frequência e costumam ser mais vantajosos em relação aos orgânicos devido ao custo e à facilidade de aplicação (CONNER; HOEFFNER, 1998).

Philippi Júnior (2005) afirma que, apesar da diminuição da periculosidade do resíduo, o encapsulamento tem o inconveniente de aumentar várias vezes o volume dos resíduos.

3.3.6.4 Co-processamento

A técnica de co-processamento utiliza resíduos industriais como substitutos de matéria-prima ou de combustível em fornos de produção de clínquer, desde que apresente características similares às dos componentes normalmente empregados em sua produção, no processo de fabricação de cimento (LAMAS; PALAU; CAMARGO, 2013). Quando substitutos de matérias-primas, os resíduos devem

possuir características semelhantes às das utilizadas na fabricação do cimento, tais como calcário e argila; quando substitutos de combustíveis, devem apresentar um alto poder calorífico (CNTL, 2003b). O processo de co-processamento envolve as seguintes etapas:

- Caracterização do resíduo no cliente;
- Elaboração de projeto de co-processamento;
- Apresentação da proposição ao órgão ambiental;
- Programação de transporte;
- Recebimento na fábrica;
- Preparo do resíduo;
- Monitoramento do processo;
- Registro do processo (CNTL, 2003b, p. 23).

No Brasil, a legislação que regulamenta o tema é a Resolução Conama nº 264, de 26 de agosto de 1999, que trata sobre o licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos e estabelece os seguintes critérios básicos para utilização de resíduos para fins de co-processamento (BRASIL, 2000):

- O resíduo pode ser utilizado como substituto da matéria-prima desde que apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, incluindo, nesse caso, os materiais mineralizadores e/ou fundentes;
- O resíduo pode ser utilizado como substituto de combustível, para fins de reaproveitamento de energia, desde que o ganho de energia seja comprovado.

A resolução ainda proíbe o co-processamento de resíduos domésticos não tratados, hospitalares, radioativos, pesticidas, agrotóxicos e explosivos, de modo a garantir a manutenção da qualidade ambiental e evitar danos e riscos à saúde da sociedade (BRASIL, 2000).

3.3.7 Disposição final

De acordo com a PNRS, disposição final ambientalmente adequada é a “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010, p. 2).

A PNRS preconiza que os resíduos sólidos sejam dispostos em aterros, posteriormente o esgotamento de suas possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis e, sem outra possibilidade diferente da disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

De acordo com o CNTL, existem quatro tipos básicos de aterros:

- Aterros Comuns: caracterizados pela simples descarga de lixo sem qualquer tratamento e critérios de disposição. São também denominados “lixões”;
- Aterros Controlados: prática anterior, com o único cuidado da colocação de uma cobertura de material inerte. No entanto, a cobertura não soluciona os problemas de contaminação ocasionados pela formação de líquidos e gases;
- Aterros Sanitários: processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, em especial para resíduos domiciliares, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicos que permite uma confinamento segura em termos de proteção ao meio ambiente;
- Aterros Industriais: processo de disposição de resíduos industriais no solo, baseado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas que permitam uma confinamento segura em termos de proteção ambiental (CNTL, 2003b, p. 39).

3.4 PANORAMA DO SETOR MOVELEIRO

A indústria de móveis de madeira engloba a fabricação de peças de mobiliário e sua montagem, com operações de acabamento e materiais básicos à base de madeira como: madeira maciça, madeira compensada, Painel de fibras de Média Densidade (do inglês, *Medium Density Fiberboard* – MDF), Painel de partículas de Média Densidade (do inglês, *Medium Density Particleboard* – MDP), Painel de fibras de Alta Densidade (do inglês, *High Density Fiberboard* – HDF) etc., além de outros materiais, como metal, espuma, tecido e plástico (GORDIC et al., 2014).

O setor moveleiro contava com 27.875¹ indústrias espalhadas por todo o país, as quais geraram 329.246 empregos, diretos e indiretos, e faturaram mais de R\$ 42 bilhões, em 2013 (ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - MOVERGS, 2016; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2016). Em 2014, o faturamento do setor no Brasil foi de R\$ 44,45 bilhões e, em 2015, registrou-se uma queda de quase 20% em relação ao ano anterior, resultando em R\$ 35,74 bilhões (MOVERGS, 2016), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Faturamento do setor moveleiro no Brasil de 2011 a 2015

Ano	Faturamento
2015	R\$ 35,74 bi
2014	R\$ 44,45 bi
2013	R\$ 42,90 bi
2012	R\$ 38,65 bi
2011	R\$ 32,50 bi

Fonte: MOVERGS (2016).

No Estado do Espírito Santo, havia 556² empresas no setor de fabricação de móveis, com 6.732 pessoas ocupadas em 2013 (IBGE, 2016) e maior representatividade no município de Linhares, quando se trata do segmento residencial (móveis retilíneos e seriados), e também no município de Colatina e na Grande Vitória (PEREIRA; CAMPOS, 2009), quando se trata de móveis sob encomenda – produção característica de micro e pequenas empresas (ROSA et al., 2007). A produção de móveis sob encomenda pode possibilitar as empresas um maior gerenciamento dos seus resíduos, principalmente pela (re)utilização dos resíduos como matérias-primas para outros produtos do setor moveleiro (DA SILVA; DE FIGUEIREDO, 2010).

Schneider e outros autores (2003) consideram difícil observar a gravidade do problema de geração de resíduos pela indústria moveleira, uma vez que é comum a

^{1,2} Número relativo às empresas inseridas no Cadastro Central de Empresas - Cempre/IBGE (2016).

falta de informações sobre o volume gerado pelo setor. É, no entanto, fundamental que se tenha controle sobre a geração destes resíduos para que decisões gerenciais possam ser tomadas de forma a dispô-los o mais corretamente possível.

Os autores ainda afirmam que as informações pertinentes às quantidades e tipos de resíduos gerados pelas moveleiras podem servir como base para futuras pesquisas ou para formulação de modelos de gestão, de forma a encontrar o melhor aproveitamento – como é o caso da P+L.

De acordo com a PNRS, a destinação dos resíduos industriais é obrigação do gerador, podendo ele mesmo executar o tratamento de seus resíduos – tratamento interno – ou contratar serviços de empresas especializadas – tratamento externo (BRASIL, 2010).

3.5 RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE MADEIRA E SEUS IMPACTOS À SAÚDE HUMANA E AO MEIO AMBIENTE

De acordo com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências), a indústria da madeira consta como atividade potencialmente poluidora e utilizadora de recursos ambientais de nível médio (BRASIL, 1981).

Uusijärvi (2012) estimou que 10% das matérias-primas de madeira e insumos de produção são perdidos na forma de resíduos. Contudo, um estudo realizado em uma marcenaria do município de Cariacica, no Espírito Santo, mostrou uma perda superior a 20% (CAETANO; DEPIZZOL; REIS, 2017). Estudos sobre a redução de resíduos, em geral, enfatizam o elevado potencial de transformação da madeira (HOGLAND; STENIS, 2000; DAIAN; OZARSKA, 2009; ROSA; BELOBORODKO, 2015) e argumentam que os avanços tecnológicos e melhores práticas operacionais podem reduzir significativamente o volume desses resíduos (ZHU; COTE, 2004; BEHERA et al., 2012; ESHUN; POTTING; LEEMANS, 2012; ZANDER; TRANG; KOLBE, 2016; CAETANO; DEPIZZOL; REIS, 2017). A geração desses resíduos é consequência direta da transformação da madeira maciça ou painéis de madeira reconstituída (CASAGRANDE JÚNIOR et al., 2004; KOCH, 2012).

De acordo com suas características morfológicas, Casagrande Júnior et al. (2004) classificam os resíduos de madeira como:

- Cavaco - partícula com dimensões máximas de 50 x 20 mm;
- Maravalha - resíduo com mais de 2,5 mm;
- Serragem - partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 a 2,5 mm;
- Pó - resíduos menores que 0,5 mm.

Os resíduos sólidos gerados pela indústria moveleira podem se encontrar, basicamente, de duas formas, conforme mostra Nahuz (2005): puros (não contaminados entre si) ou misturados, e se diferem em volume e natureza, podendo se apresentar na forma de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e/ou efluentes líquidos. Todos eles são potenciais causadores de impactos ao meio ambiente, diferindo, apenas, quanto à extensão e intensidade desse impacto.

Há ainda o problema de saúde coletiva, atrelado a estes resíduos: os de Classe II A (não perigosos e não inertes, como sobras de madeiras, serragem e pó) podem servir de foco para atração e disseminação de insetos, como cupins, besouros e baratas (NAHUZ, 2005).

O destino mais comum dos resíduos sólidos ainda são os aterros industriais. Embora legal, estes devem ser a última opção pelas empresas, apenas para rejeitos. Além deste fim, em muitos casos, os resíduos são doados para queimas clandestinas, sem retorno financeiro para a empresa doadora, além de gerar particulados atmosféricos que prejudicam a saúde da sociedade e o meio ambiente (NAHUZ, 2005).

Para que seja melhor aproveitado, o resíduo deve ser parte do processo de gestão da empresa. Para o sucesso desse sistema de gestão, é necessário que se priorize a reutilização e a reciclagem, conforme afirmam Boyle e Baetz (1998), minimizando custos e a degradação ambiental (WASTE AND RESOURCES ACTION PROGRAMME - WRAP, 2011).

3.6 SISTEMA DE GESTÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL

A gestão ambiental é tida, cada vez mais, como essencial pelas empresas, pois permite otimizar o uso dos recursos naturais, a reutilização e a reciclagem dos materiais, além de reduzir os impactos ao meio ambiente (SCHNEIDER et al.; 2003). Dessa forma, as empresas têm buscado formas de gestão que angariem esses benefícios, sendo o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), segundo as normas da Série ISO (*International Organization for Standardization*) 14000 a principal delas. No Brasil, o SGA mais utilizado é o baseado na norma NBR Série ISO 14001 (NICOLELLA, 2004).

Uma empresa sustentável é aquela que opera com geração mínima de prejuízo para o meio ambiente e integra critérios ambientais, sociais e econômicos, mantendo um justo equilíbrio entre os três aspectos e garantindo competitividade a longo prazo para a organização (SIKDAR, 2003; GONCZ et al., 2007; SAVITZ; WEBER, 2013; BOCKEN et al., 2014). A visão holística do desenvolvimento sustentável é tida cada vez mais como estratégica, pois afeta a atividade principal da empresa, assim como seu crescimento, rentabilidade e até mesmo sua sobrevivência (KOLK; PINKSE, 2008; GMELIN; SEURING, 2014).

Para melhorar o desempenho ambiental de uma empresa, muitas vezes, é necessário aplicar medidas onerosas que não angariam benefícios financeiros óbvios e diretos para a mesma. Por conta disso, as questões ambientais não eram priorizadas pelas organizações (SOUTO; RODRIGUEZ, 2015). No entanto, os fabricantes de móveis confrontam-se com normas ambientais e restrições cada vez mais rigorosas, acarretando a necessidade de uma gestão ambiental adequada por parte das empresas (GORDIC et al., 2014).

Segundo a NBR Série ISO 14001:2004:

As normas de gestão ambiental têm por objetivo prover as organizações de elementos de um sistema da gestão ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão, e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos (ABNT, 2004b, p. V).

A NBR série ISO considera que a gestão ambiental nas empresas deve estar ancorada em sistemas de gerenciamento ambiental, auditoria ambiental e investigações relacionadas, rotulagem e declarações ambientais; avaliação de

desempenho ambiental, termos e definições, como forma de solucionar ou mitigar os impactos ambientais e obter sua certificação (ABNT, 2004b). Uma vez cumpridas, essas ações têm a capacidade de criar uma base comum para o gerenciamento empresarial, com relação às questões do meio ambiente (NICOLELLA, 2004).

Este SGA, à qual se refere a Série NBR ISO 14001, pauta-se na política ambiental, no planejamento, na implementação e operação, na verificação e na análise pela administração (ABNT, 2004b). Para sua implementação, é fundamental que a empresa procure formalizá-lo, apontando os principais benefícios que serão alcançados com sua adoção. Ou seja, no seu plano de implementação devem constar: realização de palestras de conscientização para os colaboradores; realização periódica de diagnósticos ambientais; definição de um grupo coordenador responsável pela vistoria dos processos relacionados à ISO e definição de um cronograma de implementação. Só após essas medidas o programa deve ser oficialmente lançado (NICOLELLA, 2004).

Além do SGA e da PNRS, é importante que os gestores tomem conhecimento sobre o Licenciamento Ambiental, fundamental para empresas cujas atividades impactam o meio ambiente de alguma forma. Segundo a Resolução Conama 237/1997:

Licenciamento Ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades de pessoas naturais ou jurídicas de direito público ou privado que utilizem recursos ambientais e sejam consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou, ainda, daquelas que, sob qualquer forma ou intensidade, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições gerais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL, 1997, p. 1).

Esse licenciamento busca minimizar os danos ao meio ambiente, causados pelo desenvolvimento das atividades empresariais. No Brasil, ele é concedido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) – órgão responsável pela execução do licenciamento em nível federal; pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema), – responsável pela execução do licenciamento em nível estadual no Espírito Santo; ou por um órgão municipal, quando existente.

A indústria da madeira está sujeita ao Licenciamento Ambiental. Nela, incluem-se: serraria e desdobramento de madeira, preservação de madeira, fabricação de chapas,

placas de madeira aglomerada, prensada e compensada, fabricação de estruturas de madeira e de móveis (BRASIL, 1997).

3.7 A PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Em geral, as empresas costumavam ver o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável como problemas, custos e fatores de risco. Porém, cada vez mais, passam a vê-los como fontes de oportunidades, melhoria da eficiência e crescimento (HENRIQUES; CATARINO, 2015). Todavia, com as crescentes pressões sobre as empresas, a exigência para desenvolver produtos e fornecer serviços mais sustentáveis tem sido um dos principais desafios enfrentados pela indústria no século XXI (MAXWELL; VAN DER VORST, 2003; KÜÇÜKSAYRAÇ; KESKIN; BREZET, 2015). Dessa forma, a adoção de processos mais eficientes e “limpos” e o desenvolvimento de produtos e serviços mais sustentáveis, vêm evoluindo como elementos-chave da Produção Mais Limpa (P+L).

O termo foi cunhado pela primeira vez no início da década de 90 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) que diz que: "Produção Mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia preventiva integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente" (PNUMA, 2004, p. 7). Também pode ser entendida como uma abordagem inovadora e criativa organizada no sentido de melhorar os processos de produção, os produtos e a prestação de serviços, reduzindo seus impactos ambientais através de medidas preventivas. A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido) assumiu a liderança na implementação da P+L em todo o mundo (FRESNER, 2004).

O Pnuma (2004) considera que as políticas de controle e tratamento da poluição evoluíram de forma a buscar a prevenção. Ou seja, torna-se cada vez mais latente a necessidade de se questionar como não gerar resíduos, em vez de questionar o que fazer com os resíduos gerados. Esta análise que se baseia em todo o contexto produtivo para prevenção aborda os princípios da P+L, que pode ser definida como:

[...] a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem

dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos (CNTL, 2003a, p. 7).

A P+L é uma prática ampla, que deve ser inserida como um instrumento para o desenvolvimento sustentável. Sua adoção pode oferecer às empresas maior competitividade, por meio de uma maior valorização da marca e uma economia de materiais e processos (RAMOS; TÁVORA JÚNIOR, 2009). Com ela, é possível relacionar os ganhos econômicos para empresa, provenientes das questões ambientais em todos os níveis, desde a compra de matérias-primas até os serviços de pós-venda (CNTL, 2003a).

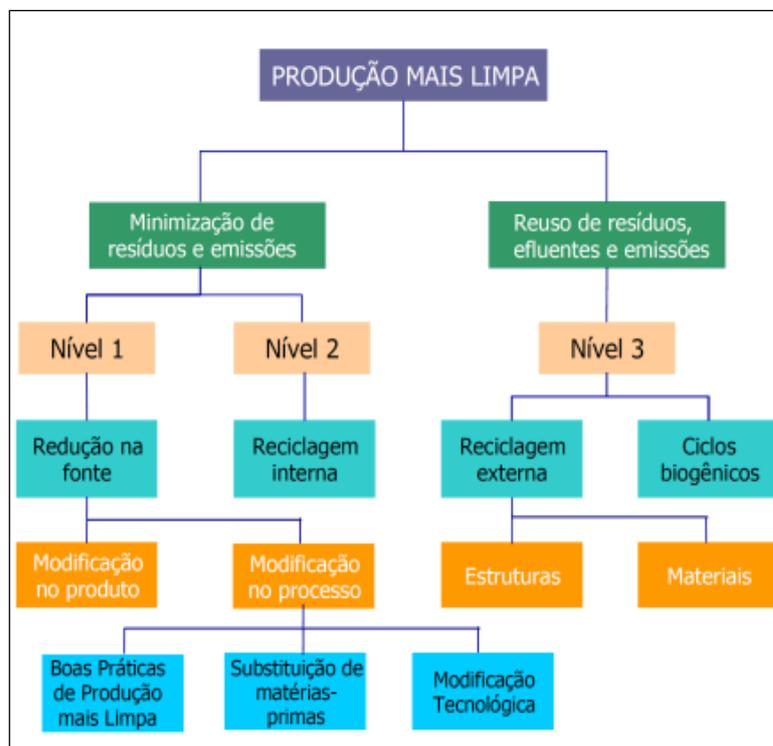
Para Elias e Magalhães (2003), a P+L é uma ferramenta completa, capaz de criar oportunidades na otimização de processos produtivos, já que aborda os níveis de qualidade, planejamento, segurança, meio ambiente, *design*, saúde ocupacional, eficiência, entre outros.

Song, Li, Zeng (2015) e Trang et al. (2016) afirmam que os resíduos simbolizam a ineficiência de qualquer sociedade moderna e representam recursos mal utilizados. Assim, a P+L considera todo resíduo como um produto de valor econômico negativo. Ou seja, reduzindo ou prevenindo a geração de resíduos, reduz-se o consumo de matérias-primas, água e energia, minimizando perdas indesejáveis (SILVA FILHO; SICSÚ, 2003, GHAZINOORY, 2005; MICHELSEN; FET; DAHLSTRUD, 2006).

De acordo com o CNTL (2003), o resíduo é encarado também como uma oportunidade de melhoria por meio da otimização de processos e promoção de práticas de reutilização e/ou reciclagem dos resíduos gerados (DUNN; BUSH, 2001; BONILLA et al., 2010; WRAP, 2011). Identificar os resíduos gerados no processo produtivo permite ao gestor identificar melhores alternativas e propor estratégias mais adequadas que visem a diminuir ou eliminar a sua geração.

Dessa forma, entende-se a abordagem P+L de duas maneiras: por meio da minimização (redução na fonte) de resíduos ou por meio da reutilização (reciclagem interna e externa) desses resíduos (KJAERHEIM, 2005). O Fluxograma 2 apresenta a geração de opções da P+L, segundo o CNTL (2007).

Fluxograma 2 – Geração de opções de P+L



Fonte: CNTL (2007).

Objetivando analisar como as empresas – dentre elas as do setor moveleiro – vêm considerando as questões ambientais, alguns trabalhos foram realizados (VENZKE, 2002; LIMA, 2005; GUARNIERI et al., 2006; RAPÔSO; CÉSAR; KIPERSTOK, 2010; LEITE; PIMENTA, 2011; BASARAN, 2013; MASSOTE; SANTI, 2013; OLIVEIRA, 2013).

Para Venzke (2002), as empresas possuem uma postura de receptividade média frente às questões de sustentabilidade ambiental, embora não atuem de forma proativa, pois esperam a concretização de tendências para agirem.

Lima (2005) verificou, no âmbito geral, que as empresas pesquisadas possuem licença ambiental expedida pelo Instituto Ambiental do Paraná, mas não têm o sistema de certificação ISO 14000.

Basaran (2013) encontrou resultados que podem ser usados como um guia para os gestores que almejem descobrir quais obstáculos fazem suas empresas não utilizarem o retorno e a reciclagem de seus produtos. Com isso, o autor afirma que as empresas serão capazes de eliminar tais obstáculos e ganhar vantagens competitivas com a adoção de práticas sustentáveis.

Guarnieri et al. (2006) realizaram um estudo de caso em uma indústria madeireira e descobriram que os resíduos gerados retornam ao ciclo produtivo em forma de matéria-prima, concluindo que a revalorização legal dos resíduos de pós-consumo é uma forma de obtenção de competitividade, pois resolve o problema da destinação dos resíduos, além de garantir o seu retorno ao ciclo produtivo e de negócios, agregando, dessa forma, valor econômico, legal e ecológico aos mesmos.

Por meio de um estudo de caso, Leite e Pimenta (2011) analisaram os benefícios obtidos com a P+L em uma indústria de móveis em Natal – RN, em que foi notável os desperdícios de insumos no processo de fabricação. Com aplicação de medidas de otimização do uso dos materiais baseadas na observação dos autores – como um sistema de coleta de serragem e reaproveitamento de MDF –, foi possível implicar uma significativa economia nos gastos da empresa com redução do consumo e geração de resíduos, além de uma melhoria sensível no ambiente de trabalho.

Oliveira (2013) aplicou o conceito de P+L em uma moveleira de Contagem – MG, identificando ganhos ambientais, sociais e econômicos, como a possibilidade de melhoria da saúde ocupacional, redução de resíduos e emissões geradas etc. O autor estimou uma economia de R\$113.000,00 (considerando o ano base em que o estudo foi realizado).

Outra aplicação da P+L para fabricação de móveis foi feita por Rapôso, César e Kiperstok (2010), com uma abordagem que procurou identificar as entradas e saídas dos fluxos produtivos. O trabalho foi realizado em uma microempresa integrante do Arranjo Produtivo Local (APL) de Móveis do Agreste do Estado de Alagoas. Além do estudo de caso, também se utilizou de levantamentos documentais e entrevistas, de forma a descrever o processo produtivo, os insumos e resíduos associados. Os resultados atingidos compõem fluxogramas do processo produtivo além de oportunidades para implantação da P+L.

O uso da P+L como ferramenta de gestão para se lograr eco eficiência e obter benefícios ambientais e econômicos, foi realizado por Massote e Santi (2013). Os autores avaliaram o fluxo de materiais, visando à análise dos balanços de massa dos processos envolvidos, os quais serviram de apoio para implementação de ações para reduzir a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos e diminuir o consumo de matérias-primas e água. Obtiveram, dessa forma, uma economia de 66% no consumo

de água, 3% no consumo bruto de materiais, 23% de redução de resíduos sólidos gerados e 93% dos efluentes gerados. O custo de produção por unidade foi reduzido em US\$ 0,14, em média.

Com base nisso, percebe-se que o uso de alternativas baseadas na P+L, muitas vezes, pode trazer retorno econômico para a empresa e, ao mesmo tempo, viabilizar menor impacto ambiental sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, melhorando tanto a qualidade de vida das populações quanto a sobrevivência dos empreendimentos, principalmente dos pequenos e micros (pela diminuição da perda de insumos na forma de resíduos e otimização na utilização da matéria prima).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

O procedimento técnico utilizado na pesquisa foi do tipo Estudo de Caso (GIL, 2002), realizado em empresas fabricantes de móveis de madeira. A forma de abordagem foi quali-quantitativa, uma vez que houve a transformação de opiniões e informações em números, a fim de classificá-las e analisá-las – característica de pesquisas quantitativas –, ao mesmo tempo em que as plantas produtivas foram fontes diretas para a coleta de dados e o processo produtivo e suas características foram enfatizados, de forma a permitir seu amplo conhecimento – o que caracteriza qualitativamente a pesquisa (SILVA; MENEZES, 2005).

O estudo de caso desenvolveu-se sob uma pesquisa exploratória, com levantamento bibliográfico, aplicação de questionário semiaberto em entrevistas semiestruturadas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado – gerenciamento de resíduos sólidos em empresas moveleiras – e análise de exemplos para estimular a compreensão, visando proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito (SILVA; MENEZES, 2005).

4.2 AÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

- **1ª etapa - Seleção de quatro empresas do setor de móveis**

O Estado do Espírito Santo conta apenas com micro e pequenas empresas no ramo de fabricação de móveis. Algumas delas foram indicadas pelo representante executivo do Sindicato das Indústrias de Madeiras e Atividades Correlatas em Geral da Região Centro Sul do Estado do Espírito Santo (Sindmadeira). Dentre as indicadas, selecionaram-se quatro empresas localizadas na região da Grande Vitória - ES, levando-se em conta: o porte (micro ou pequeno) de acordo com critérios estabelecidos pela Lei Complementar nº 123, de 14 de Dezembro de 2006 (institui o Estatuto

Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte), resumidos na Tabela 2; a facilidade de acesso por transporte público, pois foi o meio utilizado para as visitas *in loco*; e a disponibilidade e concordância em compartilhar dados internos para realização da pesquisa. Nas quatro empresas, a atividade principal, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), é a fabricação de móveis com predominância de madeira, com código de 3101-2/00;

Tabela 2 – Porte da empresa de acordo com a receita bruta anual

Porte da Empresa	Receita Bruta Anual
Microempreendedor Individual	Até R\$ 60.000,00
Microempresa	≤ R\$ 360.000,00
Empresa de Pequeno Porte	De R\$ 360.000,01 a R\$ 3.600.000,00

Fonte: BRASIL (2006b).

As empresas aceitaram fornecer seus dados desde que tivessem suas identidades preservadas. Por conseguinte, os nomes das empresas não foram divulgados e elas foram tratadas como Empresa 1, Empresa 2, Empresa 3 e Empresa 4. A Empresa 3 foi a única não visitada, pois seu responsável preferiu fornecer as informações apenas por e-mail e telefone.

- **2ª etapa - Elaboração de um questionário para coleta de informações**

Objetivando obter as informações necessárias, aplicou-se um questionário adaptado de Simião (2011), com perguntas acerca de tipos, quantidades, tratamentos/destinação final etc. dos resíduos gerados, etapas do processo produtivo, matérias-primas utilizadas, existência de programas de P+L, licenças ambientais, SGA, entre outros (ANEXO A).

- **3ª etapa - Levantamento do quantitativo de matérias-primas e insumos utilizados e de resíduos gerados no processo de produção de móveis de cada uma das empresas estudadas**

Todo o processo produtivo das empresas selecionadas foi acompanhado – com exceção da Empresa 3 –, desde o recebimento da matéria-prima para a produção dos móveis até a etapa de embalagem para transporte, onde os dados sobre as matérias-primas e insumos utilizados e resíduos gerados nas indústrias foram coletados e a descrição detalhada das etapas de produção do móvel mais fabricado em cada uma delas foi realizada. Para tanto, foram necessárias visitas técnicas e entrevistas semiestruturadas, com aplicação de questionário semiaberto para a coleta de informações junto ao gestor responsável pelo setor de produção. Os fluxogramas que explicitam esses processos no tópico 5.2 foram elaborados com o auxílio do *software Bizagi Process Modeler*, disponível gratuitamente para *download* na internet.

Com relação à quantificação dos resíduos gerados, foram solicitados dados referentes aos resíduos produzidos pela empresa nos últimos doze meses (de Janeiro a Dezembro de 2014), conforme orientações da resolução Conama nº 313/2002 (que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais) bem como o destino final de cada resíduo (BRASIL, 2002). Dessa forma, essa etapa do trabalho permitiu quantificar o volume de resíduos enviados para aterros, doados ou comercializados por cada empresa.

- **4ª etapa - Identificação dos procedimentos adotados no gerenciamento de resíduos sólidos, com relação à não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos de cada empresa**

Foram coletadas informações acerca de emissão de licença ambiental para a atividade, verificando, inclusive, a existência de programas que subsidiassem o desenvolvimento sustentável das empresas selecionadas (Certificação, Sistema de Gestão Ambiental, Programa de P+L, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos etc.). Também foi necessário incluir no estudo quais ações são adotadas atualmente por cada uma das empresas de forma a eliminar ou

reduzir a geração, reutilizar, reciclar, tratar e destinar corretamente os resíduos gerados nas empresas.

Para isso, foram utilizadas visitas *in loco*, com observação sistemática, entrevistas semiestruturadas com aplicação de questionário.

- **5ª etapa - Identificação dos aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados à geração de resíduos em cada empresa**

Foram analisados e discutidos durante as entrevistas os aspectos ambientais, sociais e econômicos, possíveis de causar impactos nessas três esferas, oriundos da geração de resíduos sólidos ao longo do processo de produção dos móveis, de forma que:

- Na esfera ambiental, foram observados fatores como armazenamento e disposição dos resíduos de forma adequada, presença de coleta seletiva, ações para evitar ou reduzir a geração de resíduos, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos e existência de logística reversa;
- No âmbito social, foram identificados os possíveis focos capazes de causar danos (principalmente de saúde) aos trabalhadores das indústrias moveleiras, bem como à sociedade do entorno de cada uma das empresas (devido às emissões atmosféricas, armazenamento inadequado dos resíduos etc.);
- E no aspecto econômico, foram calculados os desperdícios de matéria-prima (que se perde na forma de resíduos) pelas empresas, identificados os pagamentos de taxas para descartes a empresas especializadas e discutidos os benefícios que poderiam ser obtidos com a reutilização e a reciclagem dos resíduos gerados ou até mesmo com a venda dos mesmos para outros setores interessados.

Para o cálculo dos desperdícios de matéria-prima, relacionou-se a quantidade de resíduo gerada com a quantidade de matéria-prima utilizada, no mesmo período, por meio da fórmula presente em 1. Para isso, consideraram-se apenas matérias-primas e resíduos oriundos da madeira. Dessa forma, tem-se:

$$E_n = \left(1 - \frac{res}{mp}\right) \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

E: Eficiência (em percentual);

n: número correspondente à empresa;

res: quantidade de resíduo de madeira gerada no ano base;

mp: quantidade de matéria-prima de madeira utilizada no ano base.

- **6ª etapa - Comparação, entre as empresas, das etapas do processo produtivo, dos tipos e quantidades de matéria-prima utilizadas, dos tipos e do quantitativo de resíduos gerados, das ações atualmente adotadas relacionadas à não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos**

A fim de identificar as diferenças e semelhanças entre as quatro empresas, foram comparados as etapas do processo produtivo, os tipos e quantidades de matéria-prima utilizados e de resíduos gerados, as ações atualmente adotadas em relação à não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos conforme objetivo da PNRS, disposto no inciso "II", do Art. 7º da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

Além disso, realizou-se uma análise, com base nas comparações estabelecidas, sobre qual empresa tem o melhor gerenciamento de resíduos sólidos, o menor e o maior desperdício de matéria-prima (em percentual, dividindo-se a quantidade de resíduos sólidos gerados pela quantidade de matéria-prima utilizada no processo produtivo), qual tem mais ações voltadas para preservação do meio ambiente etc.

- **7ª etapa - Proposição de soluções sustentáveis de eliminação, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada dos resíduos gerados com base na P+L e na PNRS**

As etapas anteriormente descritas foram necessárias para a proposição de soluções sustentáveis priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (em ordem decrescente de prioridade), conforme recomenda a PNRS e também com base nos conceitos da P+L.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

A Empresa 1 é uma Microempresa criada em 1972, com 8 funcionários que trabalham 44 horas por semana, divididas em 5 dias na semana durante todos os meses do ano. Trata-se de uma marcenaria que desenvolve projetos exclusivos, de acordo com a solicitação de cada cliente.

Sua licença ambiental foi emitida pela prefeitura municipal onde realiza suas operações e não possui qualquer tipo de certificação. Não existe na empresa um setor exclusivo para tratar dos assuntos ambientais. Essas questões são de responsabilidade do Gerente Administrativo, um dos donos da marcenaria.

Quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, a empresa não possui Sistema de Gestão Ambiental (SGA), Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e Inventário de Resíduos Sólidos. Também não mantém registro dos resíduos gerados, armazenados ou vendidos e nunca desenvolveu um projeto de P+L.

A empresa desenvolve projetos de móveis para a casa toda, mas principalmente armários para quarto e cozinha – são 5 projetos de ambos por mês, em média. Portanto, estes foram escolhidos para as análises realizadas no estudo. Os produtos são destinados ao mercado interno, principalmente municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória/ES. A Fotografia 1 evidencia a distribuição dos equipamentos da planta produtiva da Empresa 1, registrada em 2016.

A Empresa 2 é uma Empresa de Pequeno Porte criada em 2011, que conta com 22 funcionários trabalhando de segunda-feira à sexta-feira, 44 horas por semana, durante todos os meses do ano. Trata-se de uma indústria de modulados, que desenvolve projetos sob medida, de acordo com as necessidades dos clientes.

A empresa não possui qualquer tipo de certificação e sua Licença Ambiental foi emitida pela Prefeitura do município onde ela se localiza. Os assuntos ambientais são terceirizados para uma empresa especializada nesse ramo.

Fotografia 1 – Parte da planta produtiva da Empresa 1



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, a empresa não possui Sistema de Gestão Ambiental formalizado – mas apresenta metodologias para lidar com as questões ambientais de forma geral. Possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, mas não Inventário de Resíduos Sólidos. Mantém registro dos resíduos gerados, por meio de certificados emitidos por uma empresa terceirizada, prestadora de serviços de coleta, transporte e disposição final desses resíduos, contendo suas quantidades. Não houve implantação de projetos de P+L na indústria.

Os principais produtos fabricados pela empresa são armários, também chamados de módulos – são 5.000 por mês, em média, utilizados em cerca de 250 projetos por mês, que são comercializados no mercado interno – Região Metropolitana da Grande Vitória/ES. A Fotografia 2 evidencia a matéria-prima, as esteiras e o maquinário na Empresa 2, registrados em 2016.

A Empresa 3 é uma Empresa de Pequeno Porte criada em 1999, que emprega 74 funcionários e cuja carga horária semanal é de 44 horas – de segunda-feira a sexta-feira, durante todos os meses do ano. A indústria realiza projetos sob medida.

Fotografia 2 – Parte da planta produtiva da Empresa 2



Fonte: Elaborado pela autora.

A empresa não possui certificação e sua Licença Ambiental foi emitida pela Prefeitura do município onde ela se localiza e também pelo Estado. Não existe um setor ou pessoa responsável exclusivamente para tratar dos assuntos ambientais.

Quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, a empresa possui Sistema de Gestão Ambiental, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Inventário de Resíduos Sólidos, com registro dos resíduos gerados, armazenados e/ou vendidos. Nunca desenvolveu um programa de P+L.

Os principais produtos fabricados pela empresa são armários, que totalizam 1800 por mês, em média, vendidos no mercado interno – Região Metropolitana da Grande Vitória/ES.

A Empresa 4 é uma Microempresa criada em 2008, que conta com 20 funcionários e uma jornada de trabalho de 44 horas semanais, durante 5 dias na semana e 12 meses no ano. Trata-se de uma marcenaria, que desenvolve projetos sob medida para cada cliente.

A empresa possui Licença Ambiental emitida pela Prefeitura do município onde está localizada e Certificação do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES (Idaf-ES). Não há setor ou pessoa responsável exclusivamente pelos assuntos ambientais.

Quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, a empresa não possui Sistema de Gestão Ambiental, nem Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, mas possui Inventário de Resíduos Sólidos, juntamente com registro dos resíduos gerados, armazenados e/ou vendidos. Não houve implantação de projetos de P+L na fábrica.

Os principais projetos entregues pela empresa são armários – para quartos, banheiros e cozinhas - que, juntos, somam, em média, 10 projetos por mês. Estes projetos são solicitados por clientes da Região Metropolitana da Grande Vitória/ES. A Fotografia 3 mostra parte da planta produtiva da Empresa 4, evidenciando a disposição do maquinário e da matéria-prima, registrada em 2016.

Fotografia 3 – Parte da planta produtiva da Empresa 4



Fonte: Elaborado pela autora.

Constatou-se que todas as empresas estão licenciadas pelos respectivos órgãos municipais competentes, três das empresas possuíam histórico da quantidade de matérias-primas e insumos utilizados e de resíduos gerados em seus processos. A Empresa 1, por não possuir, forneceu estimativas das quantidades, baseadas nos recibos de compras de matéria-prima e capacidade dos recipientes de armazenamento de resíduos, por exemplo. Das empresas avaliadas, apenas uma

apresenta Sistema de Gestão Ambiental, duas possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos implantados, duas possuem Inventário de Resíduos Sólidos e nenhuma aplicou ferramentas da P+L no gerenciamento de resíduos (Quadro 1).

Quadro 1 – Resumo das características de cada empresa do estudo

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Porte	ME	EPP	EPP	ME
Tempo de existência (em anos)	44	5	17	8
Nº de funcionários	8	22	74	20
Produtividade média (projetos/mês)	5	250	47	10
Certificação	Não	Não	Não	Sim
SGA	Não	Não	Sim	Não
PGRS	Não	Sim	Sim	Não
IRS	Não	Não	Sim	Sim
Registro	Não	Sim	Sim	Sim
P+L	Não	Não	Não	Não

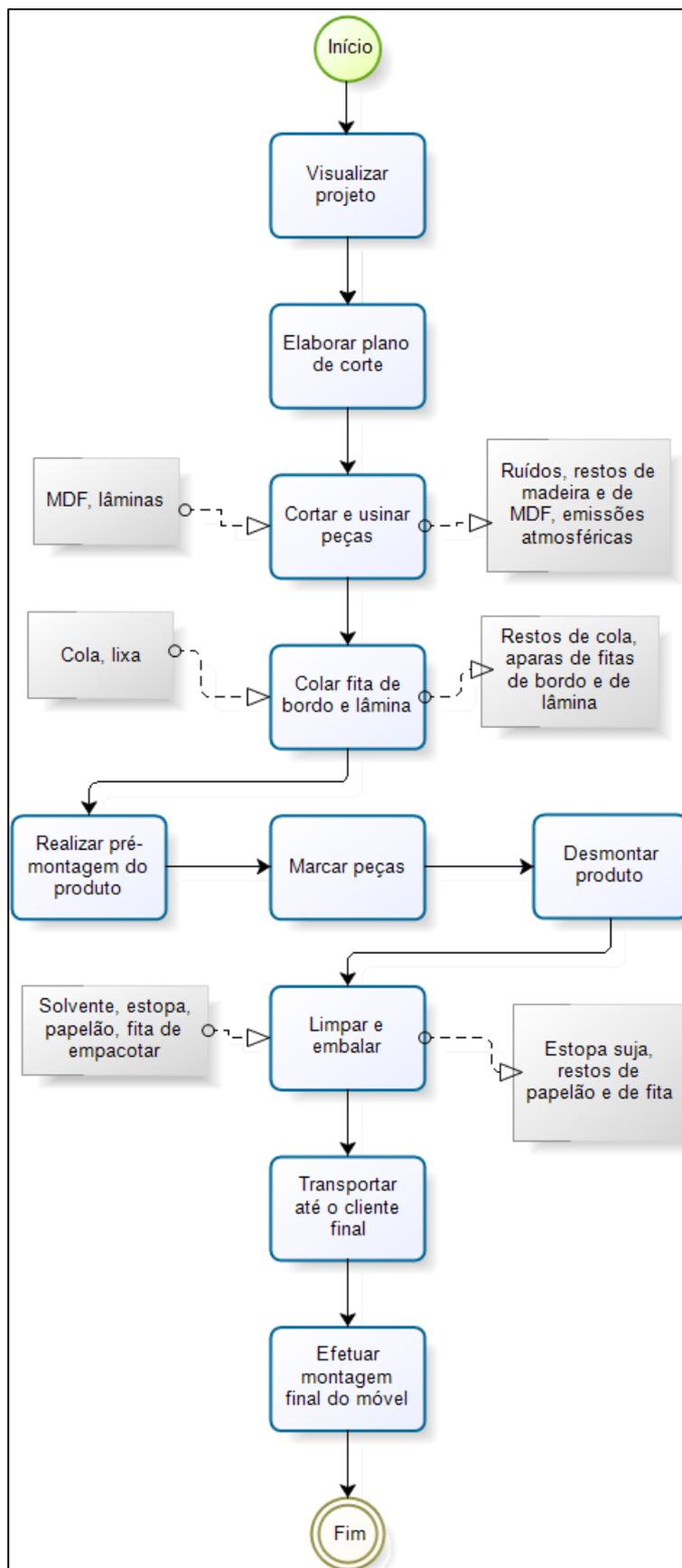
ME – Microempresa; EPP – Empresa de Pequeno Porte; SGA – Sistema de Gestão Ambiental; PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; IRS – Inventário de Resíduos Sólidos; Registro – Registro de Resíduos Sólidos gerados e P+L – Produção mais Limpa.

Fonte: Elaborado pela autora.

5.2 O PROCESSO PRODUTIVO

Conhecer as etapas do processo produtivo foi de suma importância para a identificação das fontes geradoras de resíduos. Os processos produtivos das quatro empresas são constituídos de várias etapas, cujo objetivo final é a fabricação de móveis planejados sob encomenda. Cada etapa pode gerar resíduos que se diferem em tipo e quantidade. Os Fluxogramas 3, 4, 5 e 6 apresentam, de forma simplificada, as etapas da produção do principal móvel fabricado (armário) nas Empresas 1, 2, 3 e 4, respectivamente, avaliadas em 2016 e as principais matérias-primas utilizadas e resíduos gerados.

Fluxograma 3 – Etapas do processo produtivo da Empresa 1



Fonte: Elaborado pela autora.

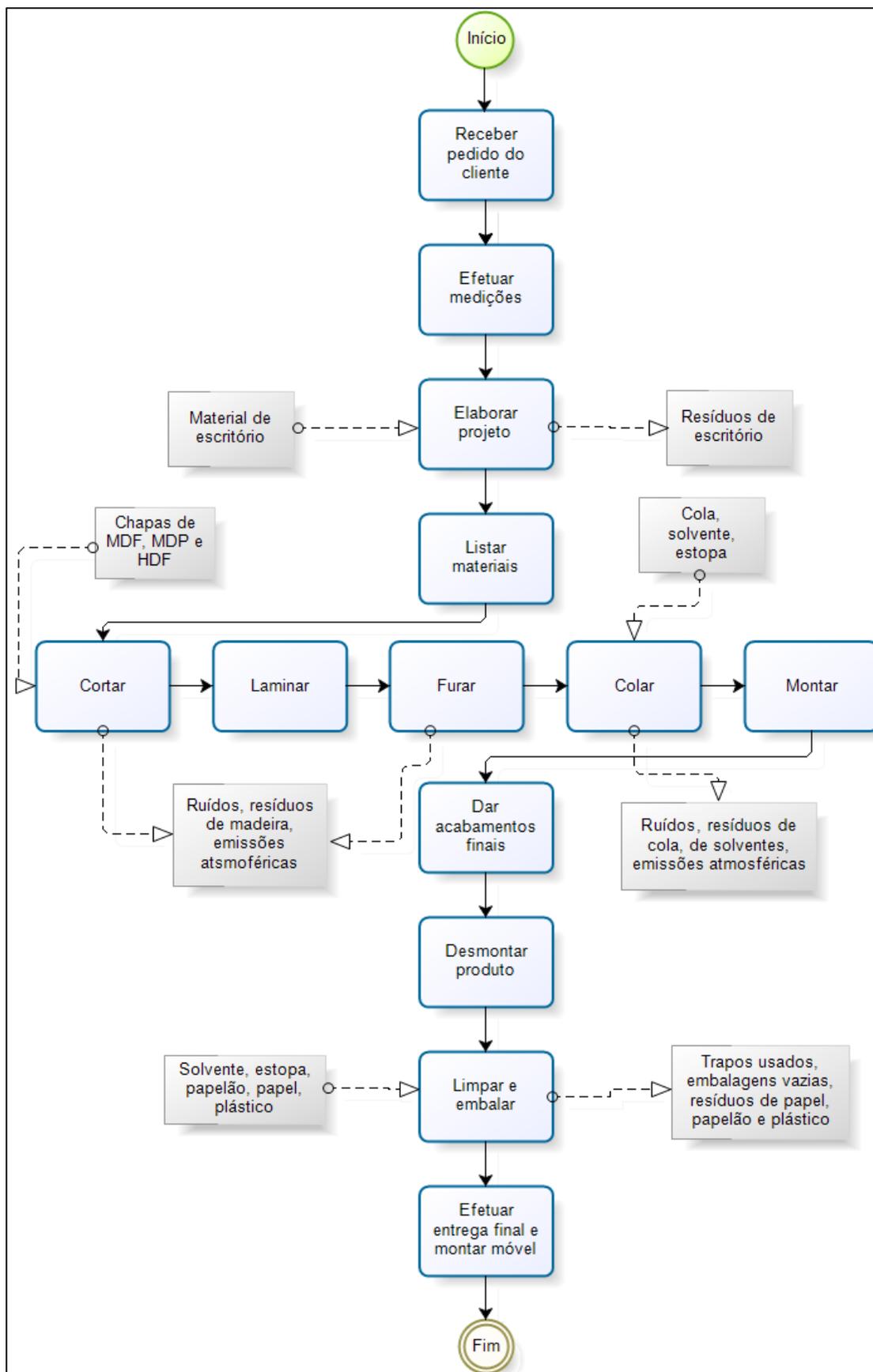
Pode-se observar que o processo produtivo da Empresa 1 foi dividido em dez etapas, iniciando com a visualização do projeto e terminando com a montagem final do móvel na casa do cliente. Em três dessas etapas há geração de resíduos: na atividade “Cortar e usinar peças” há geração de ruídos, restos de MDF e de madeira maciça (dependendo de qual material está sendo utilizado). Na atividade “Colar fita de bordo e lâmina”, há sobras de cola e aparas de fitas de bordo e lâmina. Por fim, na etapa “Limpar e embalar”, há restos de papelão e fita de embalar e também de trapos sujos – utilizados para limpeza. A Fotografia 4 mostra um colaborador lixando uma peça (atividade contida na etapa de usinagem das peças), registrada em 2016.

Fotografia 4 – Colaborador lixando peça de MDF na Empresa 1



Fonte: Elaborado pela autora.

Fluxograma 4 – Etapas do processo produtivo da Empresa 2



Fonte: Elaborado pela autora.

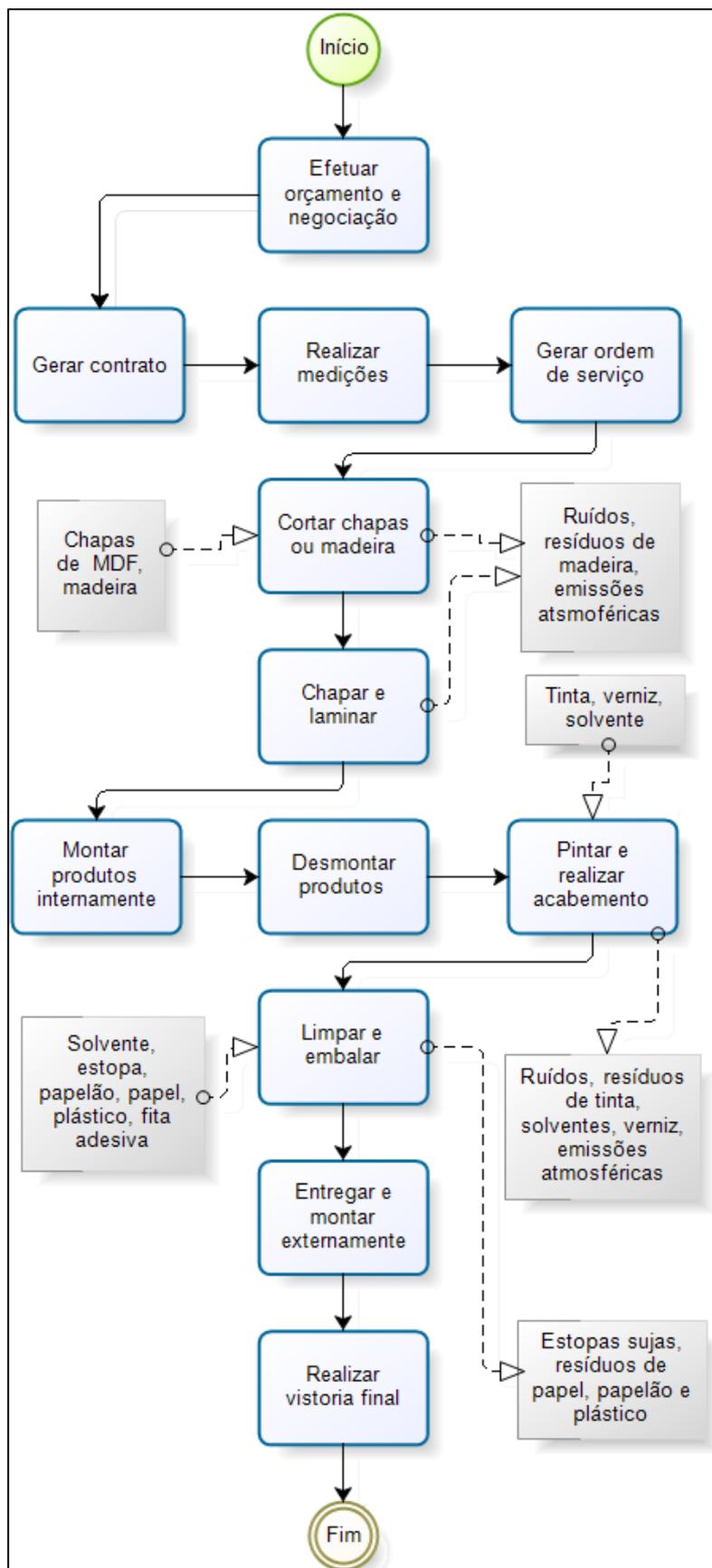
No processo produtivo da Empresa 2, há treze atividades, iniciando com o recebimento do pedido do cliente e finalizando com a entrega final e montagem do produto. Há geração de resíduos em cinco das treze etapas do processo. Na atividade “Elaborar projeto”, há a geração de resíduos de escritório, principalmente papéis – é importante ressaltar que o gerente da Empresa 2 foi o único que citou a geração de resíduos em uma etapa administrativa. As etapas de “Cortar” e “Furar” geram ruídos, resíduos de madeira e emissão atmosférica (pó/serragem de madeira). A atividade “Colar” gera ruído, resíduos de cola, de solvente e emissões atmosféricas. Já a atividade “Limpar e embalar” acarreta a geração de trapos usados, embalagens vazias e resíduos de papel, papelão e plástico. A Fotografia 5 mostra a etapa de embalagem (automatizada) de uma peça na Empresa 2, registrada em 2016.

Fotografia 5 – Peça sendo embalada pela máquina na Empresa 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Fluxograma 5 – Etapas do processo produtivo da Empresa 3



Fonte: Elaborado pela autora.

A Empresa 3 possui doze atividades básicas em seu processo de produção, que se inicia com a negociação e elaboração do orçamento, junto ao cliente e termina com a realização de uma vistoria final do produto, já entregue e montado na casa do cliente, de modo a evitar entregas incoerentes com os pedidos. Foi identificada a geração de resíduo em quatro etapas: ruídos, resíduos de madeira e emissão atmosférica nas etapas “Cortar chapas ou madeira” e “Chapar e laminar”; ruídos, resíduos de tinta, solvente, verniz e emissões atmosféricas na etapa “Pintar e realizar acabamento” e estopas sujas, resíduos de papel, papelão e plástico na etapa “Limpar e embalar”.

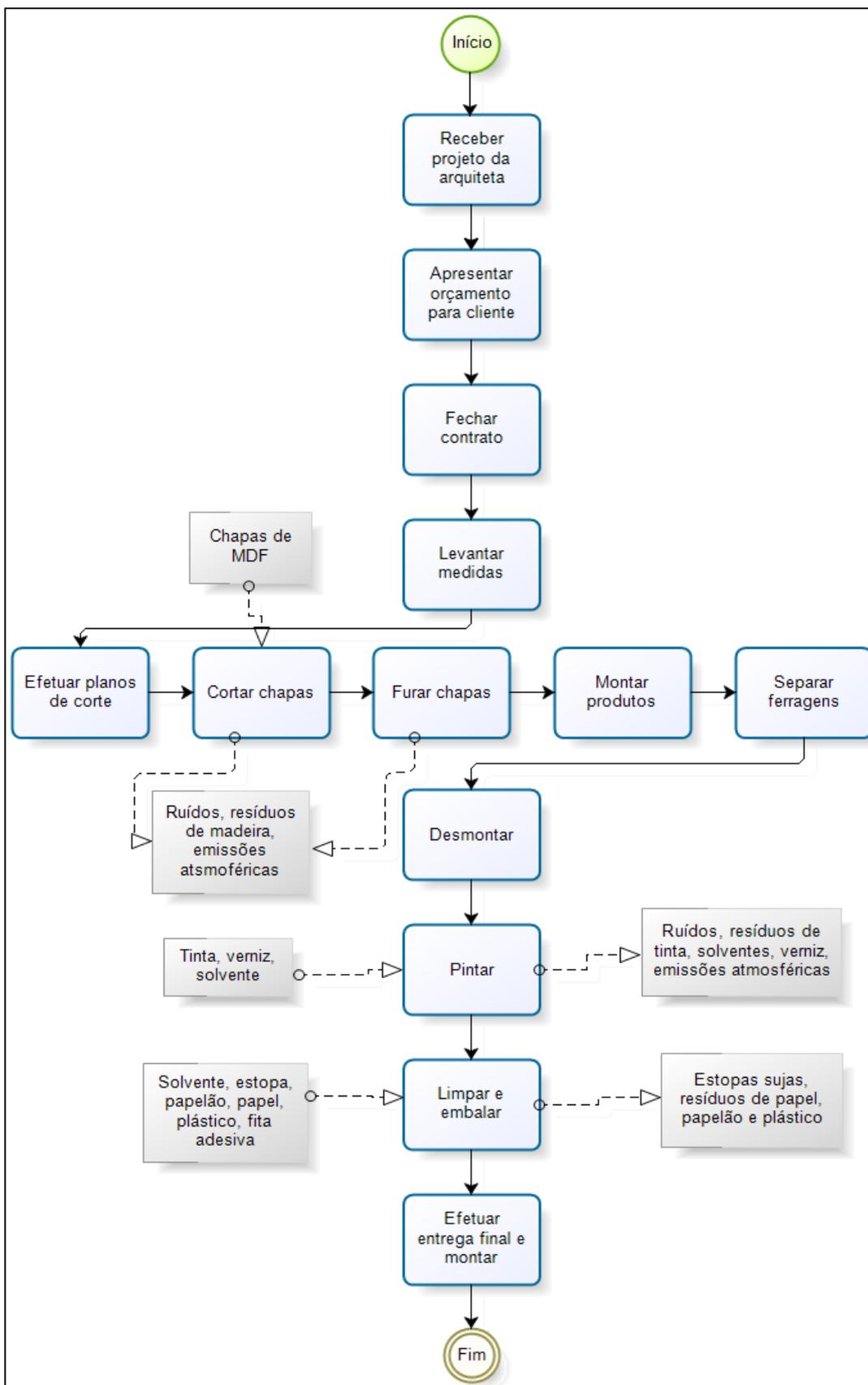
Na Empresa 4, o fluxograma do processo conta com treze etapas, sendo a primeira o recebimento do projeto diretamente da arquiteta, que trabalha em parceria com a moveleira – a empresa indica a arquiteta para a realização dos projetos dos clientes – e a última, a entrega e montagem final do produto. Há geração de resíduos em quatro atividades: “Cortar chapas” e “Furar chapas” geram ruídos, resíduos de madeira e emissões atmosféricas; “Pintar” gera ruídos – oriundos dos jatos de ar comprimido –, resíduos de tinta, de solventes, de verniz e emissões atmosféricas e a atividade “Limpar e embalar” gera estopas sujas, resíduos de papel, papelão e plástico. A Fotografia 6 mostra a máquina responsável pelo corte das chapas de MDF na Empresa 4, registrada em 2016.

Fotografia 6 – Máquina de corte automatizada na Empresa 4



Fonte: Elaborado pela autora.

Fluxograma 6 – Etapas do processo produtivo da Empresa 4



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota-se bastante semelhança entre os processos produtivos das quatro empresas, o que já era esperado, uma vez que em todas as empresas o produto mais fabricado é o mesmo: armário – principalmente para quartos, cozinhas e banheiros. As etapas se diferem, basicamente, no detalhamento da atividade fornecido pelo gestor de cada empresa.

Por exemplo, o responsável pela Empresa 1 resumiu várias etapas, como cortar, furar, lixar, pintar, envernizar etc. em “cortar e usinar peças”; o da Empresa 2 já detalhou cada etapa (cortar, laminar, furar, colar, montar) – vale ressaltar que a Empresa 2 é a única onde não há qualquer tipo de atividade de pintura, nem manual nem por aspersão –; o responsável pela produção na Empresa 3 reduziu suas etapas de usinagem a “cortar, chapar, laminar e pintar”; já na Empresa 4, o gestor citou apenas as etapas de corte, furação e pintura e foi a única que incluiu a “separação de ferragens” como uma das etapas do processo – mas subentende-se que as demais empresas também realizam tal etapa, apenas não adicionaram em seus fluxogramas.

É interessante perceber que todas as empresas montam os móveis previamente dentro da planta produtiva, seja para marcação (identificação) das peças e acabamentos finais, seja para conferência de conformidade com o projeto solicitado pelo cliente. Todas as empresas também entregam os produtos na casa do cliente, montam e, quando necessário, fornecem assistência técnica.

Com relação aos resíduos gerados, também se identificou grande similaridade. A maior diferença encontra-se nas quantidades geradas desses resíduos e na forma como eles são acondicionados e destinados, como serão vistos nos tópicos 5.4 e 5.5, respectivamente.

5.3 MATÉRIAS-PRIMAS E INSUMOS UTILIZADOS NO PROCESSO PRODUTIVO

Dentre os principais insumos a serem utilizados pelas empresas, podem-se destacar a água e a energia elétrica, necessárias para o funcionamento das plantas produtivas, e dentre suas matérias-primas, as principais derivam da madeira, como as chapas de MDF, HDF e MDP, lâminas de madeira, laminado de alta pressão e a própria madeira maciça, sendo o MDF o mais utilizado na indústria moveleira (MYMRIN et al., 2014; SELBACH; NAIME, 2014).

Além desses, há também os insumos da etapa de pintura (tintas, vernizes, *primers* e solventes), papelões e plásticos (utilizados na etapa de embalagem), peças de metais ou ferragens (parafusos, correções, puxadores, dobradiças etc.) e papéis para escritório.

A Tabela 3 apresenta as quantidades, em toneladas, das principais matérias-primas de madeira utilizadas pelas quatro empresas em seus processos produtivos no ano de 2014.

Tabela 3 – Quantidade das principais matérias-primas utilizadas no processo produtivo em 2014

Principais Matérias- primas	Quantidades (em toneladas)			
	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Madeira maciça	12,68 ¹	-	48,00	89,83 ¹
MDF		504,00	72,80	
HDF	-	61,20	-	-
MDP	-	223,20	-	-
Lâmina de Madeira	-	-	0,32	0,06
Laminado de alta pressão	0,20	-	-	2,80
TOTAL	12,88	788,40	121,12	92,69

¹ O valor representa o montante de Madeira maciça e MDF juntos.

- Matéria-prima não utilizada pela empresa.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, percebe-se a grande discrepância nas quantidades totais de matérias-primas utilizadas pelas quatro empresas, com a Empresa 1 utilizando a menor quantidade (12,88 toneladas) e a Empresa 2, a maior quantidade (788,40 toneladas). Tal discrepância pode ser explicada, muito provavelmente, pela diferença na produtividade entre ambas as empresas, como já citada na seção 5.1: a Empresa 1 recebe, em média, 5 projetos

por mês; já a Empresa 2 recebe cerca de 250. Observa-se também que a Empresa 2 é a única que não utiliza madeira maciça em seu processo e que as Empresas 1 e 4 não possuem registros separados de MDF e madeira maciça. Por esse motivo, apresentam apenas um valor na tabela, que representa a soma de ambas as matérias-primas.

5.4 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

A identificação e quantificação dos resíduos gerados por uma empresa é fundamental, tanto econômica quanto ambientalmente, uma vez que reduzir desperdícios ao longo do processo produtivo e minimizar possíveis danos ambientais são objetivos de qualquer empresa da atualidade. Tais objetivos podem ser amplamente alcançados por meio da P+L, que preza pelo melhor aproveitamento das matérias-primas e insumos utilizados, incorrendo na diminuição da quantidade de resíduos gerados.

Nas empresas estudadas, o montante de resíduos gerados no ano de 2014 superou 280 toneladas, e constituiu-se, principalmente, de sobras de MDF e de madeira (Cavacos e Maravalhas) e Serragem e Pó de MDF e de madeira. A Tabela 4 apresenta as quantidades, em toneladas, dos principais resíduos gerados nas indústrias no ano de 2014 e os percentuais que cada quantidade representa do total.

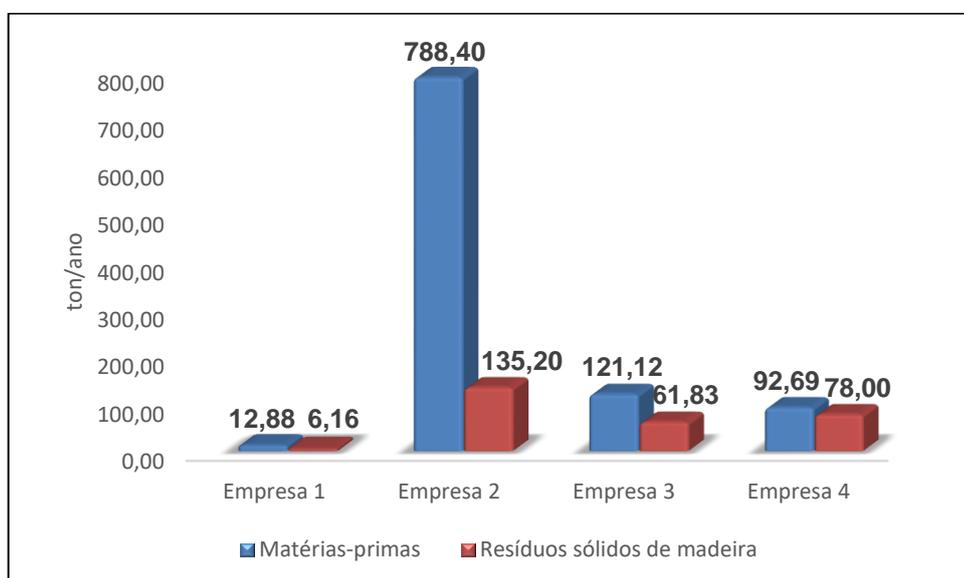
De acordo com a NBR 10004:2004 (ABNT, 2004a), as sobras de MDF, sobras de madeira, serragem/Pó de MDF e madeira, sobras de papel/papelão e sobras de plástico podem ser classificadas como resíduo Classe II B – não perigosos e não-inertes; já a borra de tinta e demais produtos químicos e outros resíduos contaminados são considerados resíduos perigosos (Classe I).

Conforme a Tabela 4, tem-se que a Empresa 1 foi a que menos gerou resíduos em 2014, em valores absolutos, somando 6,16 toneladas. Por outro lado, a Empresa 2 foi a que gerou maior quantidade absoluta de resíduos no mesmo período, totalizando 135,20 toneladas, cerca de 20 vezes mais que a Empresa 1. A Empresa 4 mistura todos os resíduos de madeira em um mesmo local e, por esse motivo, não soube informar o quantitativo de cada resíduo individualmente. As Empresas 1 e 4 não contabilizam separadamente as quantidades de “Borra de tinta e demais produtos químicos”, só souberam informar o valor total de resíduos contaminados (Classe I –

perigosos), por isso, só há um valor na tabela. Além disso, a Empresa 4 não soube informar o quantitativo de sobras de papel, papelão e plástico, como indicado na Tabela 4.

O Gráfico 1 mostra as quantidades de matérias-primas e de resíduos sólidos de madeira gerados pelas quatro empresas, corroborando, visualmente, para a elevada quantidade de matéria-prima que se perde em forma de resíduos na maior parte das empresas.

Gráfico 1 – Quantidades de matérias-primas utilizadas e resíduos sólidos gerados (em ton) pelas empresas em 2014



Fonte: Elaborado pela autora.

5.5 MANUSEIO DOS RESÍDUOS

Quanto ao treinamento do pessoal, identificou-se que todas as empresas forneceram/fornecem treinamentos – informais – aos associados envolvidos direta e indiretamente com o manuseio dos resíduos sólidos. Entretanto, nenhuma delas faz uso do código de cores apresentado pela Resolução Conama nº 275/2001 para a segregação de seus resíduos. Apesar disso, as Empresas 2 e 3 apresentaram certa segregação na fonte, ao separar resíduos de madeira dos de MDF, sobras de madeira e MDF com dimensões maiores dos menores, etc.

Tabela 4 – Quantidade dos principais resíduos gerados pelas empresas em 2014

Principais Resíduos Gerados	Quantidades (em toneladas e porcentagem)							
	Empresa 1		Empresa 2		Empresa 3		Empresa 4	
	Massa	%	Massa	%	Massa	%	Massa	%
Sobras de MDF	2,68	43,51%	105,60	78,11%	25,50	41,24%		
Sobras de madeira	0,98	15,91%	0,00	0,00%	7,50	12,13%	60,00 ¹	76,92%
Serragem/Pó de MDF e madeira	1,64	26,62%	28,80	21,30%	21,96	35,52%		
Sobras de papel/papelão	0,53	8,60%	0,26	0,19%	3,00	4,85%	- ²	-
Sobras de plástico	0,27	4,38%	0,35	0,26%	1,08	1,75%	- ²	-
Borra de tinta e demais produtos químicos			0,00	0,00%	0,92	1,49%		
	0,06	0,97%					18,00 ³	23,08%
Outros resíduos contaminados			0,19	0,14%	1,87	3,02%		
TOTAL	6,16	100,00%	135,20	100,00%	61,83	100,00%	78,00	100,00%

¹ O valor representa o montante de sobras de MDF, de madeira e Serragem/Pó de MDF e madeira juntos.

² A empresa não soube informar.

³ O valor representa o montante de Borra de tinta e demais produtos químicos e Outros resíduos contaminados juntos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Identificaram-se, também, os locais de acondicionamento e armazenamento, o meio de transporte utilizado e a destinação final dos resíduos em cada empresa.

A Tabela 5 apresenta as formas de acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos na Empresa 1, avaliadas em 2016.

Tabela 5 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 1

RESÍDUO	ACONDIC.	ARMAZ.	TRANSPORTE	DESTINAÇÃO FINAL
Sobras de MDF	Balde	Tonel em galpão coberto	Caminhão da Prefeitura	Descarte em aterro sanitário
Sobras de madeira	Balde	Tonel em galpão coberto	Caminhão da Prefeitura	Descarte em aterro sanitário
Serragem/Pó de MDF e madeira	-	Cômodo fechado	Caminhão do responsável pela granja	Doação para reutilização em granja
Sobras de papel/papelão	Balde	Tonel em galpão coberto	Caminhão da Prefeitura	Descarte em aterro sanitário
Sobras de plástico	Balde	Tonel em galpão coberto	Caminhão da Prefeitura	Descarte em aterro sanitário
Borra de tinta e demais produtos químicos	-	Tonel em galpão coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Outros resíduos contaminados	-	Tonel em galpão coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada

- Resíduos que não são acondicionados, seguem direto para o local de armazenamento.
Fonte: Elaborado pela autora.

Como mostrado na Tabela 5, o acondicionamento dos resíduos é feito em pequenos baldes, localizados ao lado de cada equipamento onde o resíduo é gerado. Dos baldes, os resíduos são levados para o armazenamento que, na Empresa 1, ocorre internamente, dentro de tonéis em galpão coberto. Apenas a serragem/pó de madeira

e MDF é armazenada em um cômodo fechado, sem janelas, com uma porta (Fotografia 7, registrada em 2016).

Fotografia 7 – Armazenamento da serragem/pó de madeira e MDF na Empresa 1



Fonte: Elaborado pela autora.

O transporte dos resíduos é feito por caminhão caçamba, variando a responsabilidade do mesmo de acordo com o destino final de cada resíduo. Na Empresa 1, as sobras de MDF, madeira, papel, papelão e plástico são recolhidos por caminhão da prefeitura e encaminhados para aterro sanitário municipal. A serragem/pó de madeira e MDF é doada para uma granja da região e coletada por caminhão da mesma. Já os resíduos perigosos, são coletados e destinados a uma empresa especializada em descarte ambientalmente adequado desse tipo de resíduo.

A Tabela 6 apresenta as formas de acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos na Empresa 2, avaliadas em 2016.

Tabela 6 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 2

RESÍDUO	ACONDIC.	ARMAZ.	TRANSPORTE	DESTINAÇÃO FINAL
Sobras de MDF	Saco	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Sobras de madeira	-	-	-	-
Serragem/Pó de MDF	Saco	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Sobras de papel/papelão	Saco	Caçamba em local coberto	Veículo da associação de catadores	Reciclagem na associação
Sobras de plástico	Saco	Caçamba em local coberto	Veículo da associação de catadores	Reciclagem na associação
Borra de tinta e demais produtos químicos	-	-	-	-
Outros resíduos contaminados	Saco	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada

- Resíduos não gerados pela empresa.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com o disposto na Tabela 6, o acondicionamento das sobras de MDF, serragem/pó de MDF, sobras de papel/papelão e plástico e de outros resíduos contaminados é feito em sacos de rafia. A Fotografia 8 mostra o armazenamento da serragem/pó de MDF na Empresa 2, registrada em 2016.

Dos sacos, os resíduos são levados para caçambas em local coberto, próprio da empresa, onde ficam armazenados até serem transportados para seu destino final. O transporte das sobras de MDF, serragem/pó de MDF e resíduos contaminados é feito por caminhão de empresa especializada em descarte ambientalmente adequado desse tipo de resíduo. Já as sobras de papel/papelão e plástico são coletadas por veículo próprio da associação de catadores da região e enviados para reciclagem.

A Tabela 7 mostra as formas de acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos na Empresa 3, avaliadas em 2016.

Fotografia 8 – Acondicionamento da serragem/pó de MDF na Empresa 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 7 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 3

RESÍDUO	ACONDIC.	ARMAZ.	TRANSPORTE	DESTINAÇÃO FINAL
Sobras de MDF	Tambor	Baia coberta	Veículo Apae	Doação para reutilização em artesanato
Sobras de madeira	Tambor	Baia coberta	Veículo Apae	Doação para reutilização em artesanato
Serragem/Pó de MDF e madeira	-	Cômodo fechado	Caminhão do responsável pela granja	Doação para reutilização em granja
Sobras de papel/papelão	Tambor	Baia coberta	Veículo da associação de catadores	Reciclagem na associação

Sobras de plástico	Tambor	Baia coberta	Veículo da associação de catadores	Reciclagem na associação
Borra de tinta e demais produtos químicos	Tambor	Baia coberta	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Outros resíduos contaminados	Tambor	Baia coberta	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada

- Resíduos que não são acondicionados, seguem direto para o local de armazenamento.
 Fonte: Elaborado pela autora.

Pela Tabela 7, vê-se que o acondicionamento de todos os resíduos gerados na empresa, com exceção da serragem/pó de MDF e madeira, é feito em tambores, localizados ao lado de cada equipamento onde há geração de resíduo. Já a serragem e o pó de MDF e madeira, por meio do sistema de aspersão, vão direto para um cômodo fechado, onde são armazenados. A Fotografia 9 mostra o sistema de aspersão na máquina “Coladeira de bordos” na Empresa 3, recebida por e-mail em 2016.

Dos tambores, os resíduos seguem para suas respectivas baias, de acordo com sua classificação pela NBR 10004:2004, em local coberto e próprio da empresa, onde ficam armazenados até serem transportados para seu destino final. As sobras de MDF e madeira são coletados por veículo da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (Apae). A serragem/pó de MDF e madeira é coletada por caminhão da granja para a qual é doada. As sobras de papel/papelão e plástico são recolhidas por veículo da associação de catadores do município, que as encaminham para reciclagem. Por fim, a borra de tinta e demais produtos químicos e outros resíduos contaminados são coletados por caminhão de empresa especializada em descarte ambientalmente adequado desse tipo de resíduo.

Fotografia 9 – Equipamento com sistema de aspensão integrado



Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 8 apresenta as formas de acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos na Empresa 4, avaliadas em 2016.

Tabela 8 – Formas de manuseio e gerenciamento dos resíduos na Empresa 4

RESÍDUO	ACONDIC.	ARMAZ.	TRANSPORTE	DESTINAÇÃO FINAL
Sobras de MDF	Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Sobras de madeira	Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Serragem/Pó de MDF e madeira	Filtro de manga/Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Sobras de papel/papelão	Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da Prefeitura	Descarte em aterro sanitário

Sobras de plástico	Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da Prefeitura	Descarte em aterro sanitário
Borra de tinta e demais produtos químicos	Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada
Outros resíduos contaminados	Latão	Caçamba em local coberto	Caminhão da empresa especializada	Descarte por empresa especializada

Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode-se ver na Tabela 8, os resíduos são acondicionados em latões. Esse tipo de recipiente tem sido muito utilizado por algumas empresas da indústria moveleira também em Minas Gerais (FARAGE et al., 2013). As Fotografias 10 e 11 mostram o acondicionamento das sobras de MDF e madeira e da serragem/pó de MDF e madeira na Empresa 4, respectivamente, registradas em 2016.

Fotografia 10 – Sobras de MDF e madeira na Empresa 4



Fonte: Elaborado pela autora.

Fotografia 11 – Sistema de aspersão e latões para acondicionamento da serragem/pó de madeira e MDF na Empresa 4



Fonte: Elaborado pela autora.

Dos latões, os resíduos são encaminhados para caçambas em local coberto, próprio da empresa, onde ficam armazenados até serem transportados para seu destino final. O transporte das sobras de MDF e de madeira, da serragem/pó de MDF e madeira, da borra de tinta e demais produtos químicos e outros resíduos contaminados é feito por caminhão de empresa especializada em descarte ambientalmente adequado desse tipo de resíduo. Já as sobras de papel/papelão e plástico são coletadas por caminhão da prefeitura, seguindo para aterro sanitário.

Como visto, as Empresas 2 e 4 pagam empresas especializadas para descartar corretamente seus resíduos de madeira – o assunto será mais explorado na seção 5.7. Já a Empresa 1 os dispõem em aterros sanitários, o que vai totalmente contra o disposto na Lei 12.305/2010, que diz que resíduos industriais devem ser aproveitados ao máximo e, quando não mais possível o reaproveitamento, os rejeitos devem ser dispostos em aterros industriais (BRASIL, 2010). Com relação ao pó/serragem de MDF e madeira, as Empresas 1 e 3 doam para granjas da região, o que reduz consideravelmente seus volumes de resíduos a serem descartados – mas não o volume produzido –, reduzindo custos com o descarte ambientalmente adequado. Já

no que diz respeito aos resíduos de papel, papelão e plástico, as Empresas 1 e 4 os descartam em aterros sanitários, por meio das coletas de caminhões da prefeitura, o que também não condiz com o disposto na Lei 12.305/2010, que estimula a separação e reciclagem de todos os materiais passíveis de serem reciclados (BRASIL, 2010). As Empresas 2 e 3 doam esses resíduos para cooperativas de catadores, contribuindo para a reciclagem desses materiais, como recomendam a PNRS e a P+L. Quanto aos resíduos perigosos, as quatro empresas contratam empresas especializadas no descarte ambientalmente adequado para lidarem com seus resíduos desse tipo, prática bastante utilizada pelas indústrias do setor (FARAGE et al., 2013).

O Quadro 2 apresenta um resumo sobre os locais onde são feitos o acondicionamento e armazenamento dos resíduos gerados nas quatro empresas.

Quadro 2 – Resumo do acondicionamento e armazenamento dos resíduos nas quatro empresas

Resíduo	Acondic.	Armaz.	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Sobras de MDF	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão	x			
	Grande recipiente	Caçamba		x		x
		Galpão			x	
Sobras de madeira	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão	x			
	Grande recipiente	Caçamba				x
		Galpão			x	
Serragem/Pó de MDF e madeira	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão				
	Grande recipiente	Caçamba		x		x
		Galpão	x ¹		x ¹	
Sobras de papel/papelão	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão	x			
	Grande recipiente	Caçamba		x		x
		Galpão			x	
Sobras de plástico	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão	x			
	Grande recipiente	Caçamba		x		x
		Galpão			x	
Borra de tinta e demais	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão				
		Caçamba				x

produtos químicos	Grande recipiente	Galpão	x ²		x	
Outros resíduos contaminados	Pequeno recipiente	Caçamba				
		Galpão				
	Grande recipiente	Caçamba		x		x
		Galpão	x		x	

¹ O resíduo é armazenado em um cômodo fechado.

² Os resíduos seguem direto para o local de armazenamento assim que são gerados.

Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 2, consideraram-se como recipientes pequenos apenas os baldes, presentes na Empresa 1. Já nos grandes, incluíram-se os sacos de rafia, tambores e latões, presentes nas Empresas 2, 3 e 4. Quanto ao armazenamento, separou-se em galpão e caçamba, ambos localizados em locais fechados (cobertos) e de propriedade da empresa (armazenamento interno). Pelo quadro, nota-se que a Empresa 1 utiliza apenas recipientes pequenos para acondicionar seus resíduos e armazena todos dentro de tonéis em galpão coberto. Já as Empresas 2, 3 e 4, utilizam apenas recipientes grandes para realizar o acondicionamento de seus resíduos, sendo que as Empresas 2 e 4 armazenam todos eles em caçambas em local coberto e a Empresa 3 armazena em baias separadas para cada tipo de resíduo, conforme citado anteriormente – aqui consideradas como galpões.

Vale destacar que o acondicionamento dos resíduos nas quatro empresas está em conformidade com o preconizado pelo CNTL (2003b). Todavia, no que tange ao local de armazenamento dos resíduos, as quatro empresas não atendem aos seguintes itens recomendados pelo CNTL (2003b):

- O local de armazenamento não possui acesso limitado;
- Os resíduos não estão devidamente identificados e dispostos em áreas separadas;
- O piso não é impermeabilizado e com drenagens para a ETE (CNTL, 2003b).

Com relação ao transporte e à destinação final dos resíduos (Quadro 3), foi possível resumir como são transportados e para onde são destinados os resíduos gerados nas quatro empresas. Identificou-se que a Empresa 1 descarta todos os seus resíduos em aterro sanitário, exceto a serragem/pó de MDF e madeira, que é doada para reutilização em uma granja da região. Já a Empresa 2 paga uma empresa terceirizada

para descartar corretamente (em aterro industrial) todos os seus resíduos, menos as sobras de papel/papelão e plástico, que são enviados para reciclagem por meio de associação de catadores. A Empresa 3 contribui para reutilização de seus resíduos de madeira e para a reciclagem das sobras de papel/papelão e plástico, por meio de doações. Por fim, a Empresa 4 descarta todos os seus resíduos, seja por meio de empresa especializada (madeira e resíduos perigosos) ou pela prefeitura (restos de papel/papelão e plástico). Nas quatro empresas, os resíduos contaminados (perigosos) têm o mesmo destino: o descarte por empresa especializada. Com isso, percebe-se que o destino mais comum para a maior parte dos resíduos é o descarte em aterro industrial, indo contra as recomendações da PNRS e da P+L.

Quadro 3 – Resumo do transporte e destinação final dos resíduos nas quatro empresas

Resíduo	Transporte	Dest. Final	E1	E2	E3	E4
Sobras de MDF/Madeira	Granja/Apae	Doação			x	
	Catadores	Reciclagem				
	Prefeitura	Descarte	x			
	Emp. Espec.			x		x
Serragem/Pó de MDF/madeira	Granja/Apae	Doação			x	
	Catadores	Reciclagem				
	Prefeitura	Descarte	x			
	Emp. Espec.			x		x
Sobras de papel/papelão/plástico	Granja/Apae	Doação				
	Catadores	Reciclagem		x	x	
	Prefeitura	Descarte	x			x
	Emp. Espec.					
Borra de tinta e demais produtos químicos e Outros resíduos contaminados	Granja/Apae	Doação				
	Catadores	Reciclagem				
	Prefeitura	Descarte				
	Emp. Espec.		x	x	x	x

Fonte: Elaborado pela autora.

5.6 PROCEDIMENTOS DE P+L ADOTADOS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Nesta seção, foi possível identificar que as quatro empresas estudadas adotam algumas técnicas sustentáveis, que vão ao encontro das diretrizes da P+L, no que se refere a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e/ou à destinação final ambientalmente adequada dos resíduos gerados.

5.6.1 Não geração e Redução

Para minimizar a geração de resíduos, as Empresas 2, 3 e 4 contam com uma máquina em seus processos produtivos denominada “Otimizador de Corte”, que funciona mediante programação realizada pelo operador responsável, que insere as informações com as dimensões das peças e a máquina calcula – por meio de um algoritmo – qual a melhor forma de agrupar e desenhar as peças na chapa de MDF, MDP ou HDF, aproveitando ao máximo sua área e efetuando o corte com a menor perda de matéria-prima possível. A Fotografia 6 apresentou um Otimizador de Corte na Empresa 4. Na Empresa 1, o corte das chapas é feito manualmente pelo marceneiro, o que gera maior gasto de tempo e de matéria-prima. Sistemas automatizados podem reduzir o tempo de operação e as perdas em 20% (SHINGO, 1996a; SILVA et al., 2013).

Nas quatro empresas, pedaços maiores de sobras de painéis são guardados visando a sua utilização em um novo projeto posteriormente. Além disso, todas elas contam com um eficiente sistema de aspersão de particulado em cada equipamento em que ele é gerado, como pôde ser visto na Fotografia 9. Com isso, a empresa reduz consideravelmente a dispersão desse particulado no meio ambiente – de trabalho e externo –, contribuindo para evitar ou, ao menos, reduzir danos à saúde dos trabalhadores e da sociedade do entorno (SOUZA; QUELHAS, 2003).

Pode-se incluir também como técnica de P+L visando a redução na geração de resíduos, a utilização da Máquina de Embalar (vista na Fotografia 5), presente nas Empresas 2 e 3, que automatiza a etapa de embalagem de peças. Além de reduzir o tempo da atividade, o equipamento reduz as perdas de embalagens plásticas e de

papelão, reduzindo, conseqüentemente, a geração de resíduos de ambos os materiais (SILVA et al., 2013). Nas Empresas 1 e 4, a etapa de embalagem é feita manualmente.

5.6.2 Reutilização, Reciclagem e Tratamento

Com relação à reutilização, pode-se afirmar que as Empresas 1 e 3 contribuem para ela, uma vez que doam o pó e a serragem de MDF/Madeira para granjas da região onde cada uma está localizada. A Empresa 3 também contribui para a reutilização das sobras de MDF e de madeira ao doar para artesanato.

Quanto à reciclagem, as Empresas 2 e 3 são as únicas que doam as sobras de papel/papelão e plástico para associação de catadores, onde tais materiais são encaminhados para reciclagem. Nenhuma das empresas recicla os resíduos de madeira, o que caracteriza uma perda de oportunidade (CASAGRANDE JÚNIOR et al., 2004; BRITO; CUNHA, 2009).

No que se refere ao tratamento dos resíduos, as Empresas 1, 3 e 4 possuem filtros instalados na cabine de pintura, tanto para reter particulados quando o processo está em operação, quanto para reter borras de tinta e demais resíduos tóxicos após a lavagem da cabine com água, permitindo que ar e água, respectivamente, sejam liberados sem contaminantes no meio ambiente. A Empresa 2 não possui etapa de pintura em seu processo, conforme explicitado na seção 5.1.

Nas Empresas 1 e 4, essa água da cabine de pintura, após tratada, é descartada na rede de esgoto; já na Empresa 3, é destinada para um reservatório próprio e reaproveitada de três a quatro vezes para lavar novamente a cabine – o que vai ao encontro dos requisitos estabelecidos pela P+L (GHAZINOORY, 2005). A borra de tinta e demais produtos químicos retidos nos filtros são encaminhados para empresas especializadas no gerenciamento adequado de resíduos tóxicos, conforme já citado no tópico 5.5.

5.6.3 Destinação final ambientalmente adequada

A Empresa 3 é a que mais se preocupa em destinar seus resíduos para outros fins que não aterros sanitários e industriais, por meio de doações das sobras de madeira

e MDF para artesanato, do pó/serragem para forrar camas de frango e das sobras de papel/ papelão e plástico para reciclagem. A Empresa 1 também doa o montante de pó/serragem gerado para uma granja da região ao passo que a Empresa 2 destina seus resíduos de papel, papelão e plástico para reciclagem.

Além disso, todas as empresas contratam empresas especializadas para dispor corretamente seus resíduos perigosos.

O Quadro 4 mostra, de forma consolidada, como cada uma das empresas atua frente aos procedimentos de P+L supracitados, sendo que quanto mais a empresa possui ações sustentáveis voltadas para determinado procedimento, mais sinais de “+” ela recebeu, e quanto mais ações contrárias ao pregado pela P+L, mais sinais de “-”.

Quadro 4 – Resumo do comportamento das quatro empresas frente aos procedimentos de P+L já adotados

Procedimentos de P+L	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Não geração e Redução	+	+++	+++	++
Reutilização	+	-	+++	-
Reciclagem	-	+	+	-
Tratamento	+	+	+	+
Destinação ambientalmente adequada	---	+	+++	+

+: Presença de ações sustentáveis.

-: Presença de ações não sustentáveis.

Fonte: Elaborado pela autora.

Como visto no Quadro 4, a Empresa 1 é a que menos adota procedimentos de P+L e, ainda, adota práticas contrárias ao disposto na metodologia de P+L e na PNRS. As Empresa 2 e 4 têm algumas técnicas de P+L implantadas. E a Empresa 3 é a que apresenta mais ações sustentáveis em sua planta produtiva.

5.7 ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Como visto nas seções anteriores, as quatro empresas armazenam seus resíduos em locais cobertos e adequados, em suas respectivas áreas internas, o que favorece o controle desses resíduos. Nas Empresas 2 e 4, a destinação dos resíduos sólidos é feita por empresas especializadas; na Empresa 3, os resíduos de madeira e MDF são doados para artesanato, reduzindo os custos com o pagamento de taxas a empresas especializadas e ainda contribuindo para projetos sociais; por fim, a Empresa 1 dispõe seus resíduos de madeira em aterro sanitário, por meio de coletas dos caminhões de limpeza urbana da prefeitura da cidade onde está localizada. Esta última está em total desacordo com a Lei 12.305/2010, que diz que o gerador é responsável por dispor corretamente seus resíduos sólidos industriais, sejam eles perigosos ou não (BRASIL, 2010).

O parágrafo 5º do artigo 19 desta lei afirma que:

[...] é vedado atribuir ao serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos a realização de etapas do gerenciamento dos resíduos a que se refere o art. 20 em desacordo com a respectiva licença ambiental ou com normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS (BRASIL, 2010, p. 13).

O parágrafo 2º, do artigo 27, da mesma lei diz que “[...] as etapas sob responsabilidade do gerador que forem realizadas pelo poder público deverão ser devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis” (BRASIL, 2010, p. 16). Portanto, a Empresa 1, ao descartar seus resíduos na rua, para serem coletados pelo caminhão da prefeitura, descumprir vários pontos da Lei, podendo ser multada por isso.

Vale ressaltar que nenhuma das empresas faz uso da logística reversa, o que seria interessante econômica e ambientalmente, uma vez que a empresa poderia reaproveitar peças usadas de madeira ou MDF, ferragens, cabideiros, puxadores etc. em seu processo produtivo, ou ainda vender tais materiais para outras empresas, obtendo lucro e garantindo uma destinação ambientalmente adequada para os mesmos. A logística reversa pode ser utilizada como forma de otimizar a redução de

resíduos e a geração de receita empresarial (GOMES; TORTATO, 2014; SILVA; MORAES; MACHADO, 2015; KRAVCHENKO; PASQUALETTO; FERREIRA, 2015).

Durante as visitas e entrevistas, não houve registro de problemas com infestação de insetos ou roedores nos locais de armazenamento dos resíduos nem com emissão de particulados ou odores para a atmosfera. Entretanto, percebeu-se a grande emissão de ruídos durante o funcionamento das plantas produtivas, o que poderia impactar negativamente a saúde dos funcionários das empresas e dos moradores do entorno.

Com os sistemas de aspersão, presentes nas quatro empresas estudadas, constatou-se que a maior parte do particulado é aspirado e armazenado corretamente, reduzindo o contato dos trabalhadores e também da sociedade do entorno com esse material. Além disso, os funcionários também usam máscaras e protetores auriculares, objetivando reduzir os danos causados pela inalação do particulado e pelos altos ruídos do processo produtivo, respectivamente. A inalação de particulados por colaboradores de empresas moveleiras pode chegar a 20 vezes a quantidade aceitável, mesmo com sistemas de aspersão e ventilação industrial, o que pode ocasionar doenças ocupacionais (ACHESON et al., 1968; SCHEEPER; KROMHOUT; BOLEIJ, 1995; TANG et al., 2009; TRAUMANN; REINHOLD; TINT, 2014).

Para identificar qual empresa apresenta maior eficiência no uso de matérias-primas e insumos em seu processo – ao transformá-los em produtos acabados – utilizou-se a Equação 1, apresentada na Metodologia.

Para esse estudo foi utilizado o ano de 2014 como o ano base. Logo, com a equação em (1), obtêm-se:

$$E_1 = 58,85\%$$

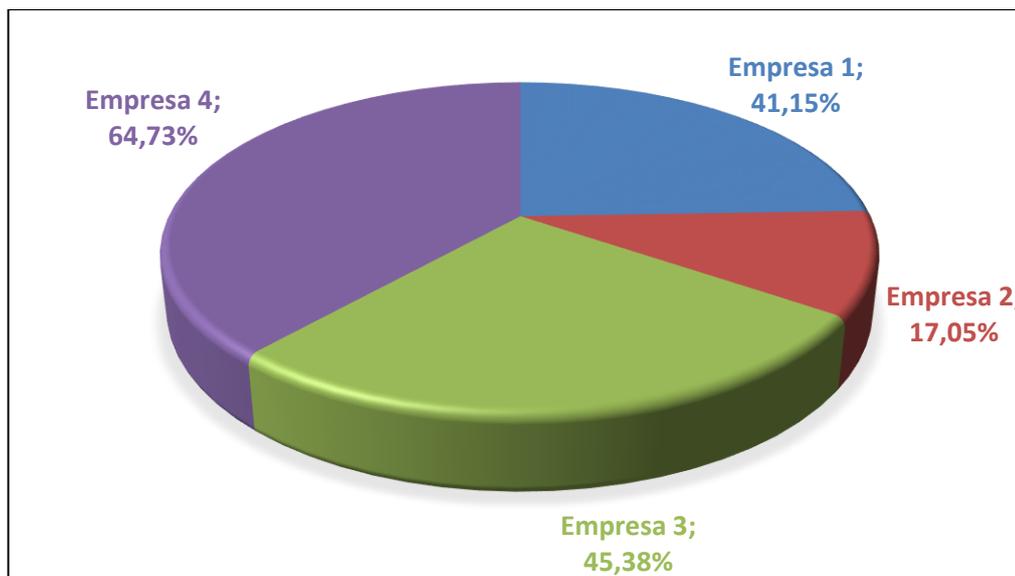
$$E_2 = 82,95\%$$

$$E_3 = 54,62\%$$

$$E_4 = 35,27\%$$

Com base nesses resultados, elaborou-se o Gráfico 2, que apresenta o percentual de matéria-prima desperdiçado na forma de resíduos sólidos nas quatro empresas.

Gráfico 2 – Perda de matéria-prima na forma de resíduos



Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados possibilitaram evidenciar que a Empresa 4 é a que apresenta menor eficiência em seu processo produtivo, onde quase 65% de suas matérias-primas oriundas da madeira tornam-se resíduos. Já o processo da Empresa 2 é o mais eficiente, com o valor de 82,95%, o que significa que a perda de matéria-prima de madeira na forma de resíduo é inferior a 18%. Mesmo esse valor sendo o mais baixo, é bastante expressivo, pois representa 8% a mais de geração de resíduos quando comparado ao valor de 10%, estimado por Uusijärvi (2012), mas ficando abaixo dos 22% encontrados por Caetano, Depizzol e Reis (2017) em um estudo sobre resíduos sólidos em uma marcenaria de Cariacica – ES.

Com relação às taxas despendidas para descarte dos resíduos, a Empresa 2 afirmou pagar R\$ 120,00 pelo transporte dos resíduos mais R\$ 120,00 por tonelada para a empresa especializada descartar corretamente os resíduos de madeira gerados na empresa. Pelo volume gerado, esse transporte é feito por um caminhão com capacidade de, aproximadamente, 1 ton, de duas a três vezes por semana, totalizando cerca de R\$ 2.400,00 por mês. Já a Empresa 4 afirmou pagar R\$ 170,00 para descartar cada caçamba cheia de resíduos. Com uma geração aproximada de 6 caçambas de resíduos por mês, a Empresa 4 gasta R\$ 1.020,00/mês para descartar corretamente seus resíduos. As Empresas 1 e 3 não possuem custos para descartar

seus resíduos de madeira, uma vez que esta doa para artesanato e aquela dispõe na rua, para serem coletados pelo caminhão da prefeitura.

Tais valores podem parecer irrisórios frente aos rendimentos das empresas, mas poderiam ser evitados ou até mesmo convertidos em ganhos com a adoção de algumas práticas sustentáveis, conforme será visto na seção a seguir.

5.8 PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS DE MADEIRA

Obedecendo à ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos exigida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, esta seção apresenta e discute alternativas que permitem transformar essas exigências em realidade no Brasil. São propostas soluções sustentáveis para as indústrias do setor moveleiro, baseadas no estudo de caso das 4 empresas da Grande Vitória - ES, nas recomendações da PNRS, da P+L e em experiências de sucesso em outros lugares do Brasil e do mundo (ZHU; SARKIS, 2004; MICHELSEN; FET; DAHLSTRUD, 2006; DAIAN; OZARSKA, 2009; FET; SKAAR; MICHELSEN, 2009; HAN, WEN; KANT, 2009; ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009), que possam ser adotadas pelas empresas estudadas bem como por outras do setor moveleiro.

A utilização de máquinas de corte automáticas (otimizador de corte) é uma forma de reduzir a geração de resíduos. A Empresa 1 é a única que não possui o equipamento. A possibilidade de se encomendar chapas de madeira, MDF, MDP etc. de tamanhos específicos, de acordo com cada projeto, também reduziria a geração de resíduos dentro das empresas, uma vez que seria adquirida apenas a quantidade necessária (aproximada) de matéria-prima para realizar cada projeto, evitando sobras (resíduos) que não poderiam ser utilizadas em outros projetos. Quando existe excesso de matéria-prima nos depósitos das indústrias, o volume de resíduos gerados tende a ser elevado (SHINGO, 1996b).

O correto manuseio e armazenamento das chapas de madeira e MDF é de grande importância para se evitar a geração de resíduos, uma vez que uma chapa com defeito

(riscada, perfurada, empenada etc.) pode se tornar inutilizável para a empresa, gerando resíduos e custos desnecessariamente.

Outro ponto importante a se considerar é o controle dos vários fluxos de resíduos gerados dentro das empresas. Para evitar a contaminação dos resíduos sólidos de madeira/MDF com partículas de cola, óleo, ou demais produtos químicos, é necessário realizar uma correta segregação nas fontes geradoras, reduzindo o volume de resíduos contaminados (perigosos) nas plantas produtivas.

Levando-se em conta o alto potencial de valor agregado e a grande quantidade de pó/serragem de madeira e MDF que é desperdiçada (descartada), sugere-se sua utilização como componente para fertilizante orgânico (compostagem) (Revista da Madeira - REMADE, 2003), para forrar o chão de granjas, estábulos e na fabricação de painéis aglomerados (ESPÓSITO, 2007; DAIAN; OZARSKA, 2009). Nesse caso, as empresas estudadas poderiam vender seus resíduos para empresas fabricantes de painéis, passar a fabricá-los para utilização em projetos da própria empresa e/ou vendê-los para outras empresas que assim os utilizam.

As principais fontes de matérias-primas utilizadas pelas fábricas de madeira aglomerada são: “resíduos industriais, resíduos da exploração florestal, madeiras de qualidade inferior não industrializáveis de outra forma, madeira proveniente de trato cultural de florestas plantadas e reciclagem de madeira sem serventia” (ESPÓSITO, 2007, p.60) e ela apresenta diversas aplicações, tais como: “fabricação de móveis, tampos de mesas, laterais de portas e de armários, divisórias, laterais de estantes e, de forma secundária, a indústria de construção civil” (ESPÓSITO, 2007, p.60). Isso mostra a enorme versatilidade desse produto e reforça a viabilidade econômica e ambiental da sua produção a partir dos resíduos.

Quanto às peças de madeira e MDF, também se observa como viável sua reutilização para fabricação de móveis (KHARAZIPOUR; KÜES, 2007). A Cooperativa Sonho de Liberdade, criada por um ex-detento na cidade de Brasília, transforma todo tipo de madeira em móveis e utensílios. As que não podem ser aproveitadas para esse fim, são trituradas e comercializadas como matéria-prima para a geração de energia térmica em uma indústria da região. O negócio tem se mostrado próspero e, até o final de 2013, empregava mais de 400 pessoas (MACHADO, 2014).

Outra melhoria potencial para as Empresas 1 e 4 seria o reaproveitamento da água utilizada na lavagem da cabine de pintura, como já ocorre na Empresa 3. Atualmente, nessas duas empresas, após a lavagem da cabine, essa água é filtrada para remoção das partículas tóxicas e descartada na rede de esgoto. Por esse motivo, propõe-se o reaproveitamento da água filtrada para fins não potáveis, como lavagem da cabine outras vezes, lavagem do piso da fábrica ou ainda na descarga em vasos sanitários. Segundo um estudo realizado por Caetano, Deppizol e Reis (2017), esse reaproveitamento pode reduzir o consumo anual de água no processo produtivo de uma empresa em mais de 60%, gerando economia e, ao mesmo tempo, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

No que tange à reciclagem, a Lei 12.305/2010, em sua Seção VIII, institui a política de incentivos fiscais e financeiros às empresas que promovam reutilização e reciclagem de resíduos (BRASIL, 2010). Nesse contexto, destaca-se o potencial da indústria moveleira, onde a quantidade de matéria-prima desperdiçada é grande e, frequentemente, os resíduos são enviados para aterros industriais. Com isso, sugere-se que as Empresas 1, 2 e 4 doem seus resíduos de madeira para artesanato – assim como a Empresa 3 –, incentivando projetos sociais e, ao mesmo tempo, reduzindo custos com o descarte e a carga nos aterros industriais. A produção de peças de artesanato pode atingir dimensões industriais em estratégias de parceria ou contextos de bancos de resíduos (ROCHA, 2002 *apud* REMADE, 2003).

A fim de separar os materiais possíveis de serem reciclados previamente na fonte geradora e evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis, as Empresas estudadas deveriam implantar a Coleta Seletiva, aumentando o valor agregado dos materiais recicláveis e diminuindo os custos de reciclagem.

Uma vez que a redução dos resíduos foi planejada e sua reutilização e reciclagem potencializadas, para os resíduos que continuam sendo gerados, sugere-se o seu aproveitamento para produção de energia (biomassa). A produção de energia a partir da biomassa é uma fonte alternativa que se adapta às diversas regiões brasileiras e, quando feita de forma legal e controlada, pode gerar energia elétrica ou térmica, que pode ser aproveitada no processo produtivo da própria empresa ou ser vendida, acarretando economia financeira e eliminando os resíduos do processo (REMADE, 2003; MACHADO, 2014).

A implantação de usinas de biomassa requer áreas bem menores que as requeridas por hidrelétricas, por exemplo, contribuindo para maior preservação do meio ambiente. Todo e qualquer resíduo de madeira tem um conteúdo energético alto e pode facilmente ser utilizado como combustível para a geração de energia. Entre as grandes vantagens de se utilizar esse processo está a redução de volume dos resíduos depois de tratados, somado ao fato de os mesmos produzirem energia (MACHADO, 2014).

Um bom exemplo dessa utilização ocorre em uma das fábricas da Nestlé, que implantou o programa de substituição energética com o uso de madeira e cana-de-açúcar no lugar de óleo combustível na fábrica de Araçatuba (SP), tendo recebido a primeira caldeira movida à biomassa em 1983 (NESTLÉ, 2016).

Outra forma de utilização dos resíduos de madeira para geração de energia é por meio da fabricação de briquetes. Segundo a Remade (2003), a briquetagem é o processo de compactação de resíduos no qual as fibras de madeira perdem sua flexibilidade natural, reduzindo o consumo de energia durante sua queima, já que resulta em um material com pequeno volume, alta densidade e alto poder calorífico. O briquete é produzido a partir da serragem resultante do processo de beneficiamento de qualquer tipo de madeira ou resíduos de agroindústria. Sua densidade e seu poder calorífico são duas vezes superior ao da lenha e seu preço, cerca de 5 vezes maior, devido ao melhor rendimento na queima (REMADE, 2003). Portanto, as empresas estudadas poderiam considerar a implantação de uma fábrica de briquetes ou, simplesmente, vender seus resíduos para fábricas já existentes.

Há também a possibilidade de utilizar os resíduos de madeira como resíduos estruturantes, isto é, agregar a serragem fina ao lodo de esgoto proveniente de Etes, para melhorar sua biodegradabilidade antes do processo de compostagem (REMADE, 2003).

A automatização na coleta do pó/serragem de madeira e MDF é uma recomendação que objetiva mitigar os possíveis danos causados à saúde dos trabalhadores e da sociedade das áreas onde as empresas estudadas se localizam. Essa automatização é possível por meio da substituição dos cômodos de armazenamento de pó/serragem (presentes nas Empresas 1 e 3), dos sacos de ráfia (presentes na Empresa 2) e dos latões (presentes na Empresa 4) por um silo vertical, em um local de fácil acesso por

caminhões, que permita o acionamento automático da descarga diretamente na caçamba do caminhão, reduzindo o tempo para descarte do resíduo, a mão-de-obra utilizada e a propagação das partículas no meio ambiente. Essa possibilidade foi também evidenciada no estudo de Caetano, Depizzol e Reis (2017).

Sugere-se, ainda, que as empresas implantem um SGA, de preferência certificado pela ISO 14001, permitindo melhor avaliação e controle dos possíveis impactos ambientais causados por suas atividades e seus resíduos, bem como manter um histórico com dados quantitativos de matérias-primas e insumos utilizados e de resíduos gerados no processo produtivo – a Empresa 3 afirmou já possuir um SGA implementado, entretanto o mesmo não é certificado e, por isso, recomenda-se que ela também implemente um SGA certificado.

Com a implantação de uma ou mais dessas alternativas, é possível evitar a geração desnecessária de resíduos, reduzir a geração dos inerentes ao processo e destiná-los de formas mais adequadas ambiental, social e economicamente, isto é, reduzindo os danos causados ao meio ambiente, melhorando a qualidade de vida da sociedade e obtendo retorno financeiro (seja por meio da redução de custos com aquisição de matérias-primas e descarte dos resíduos, seja pela venda dos resíduos para outras empresas ou, ainda, pelo aumento na receita ao melhorar a imagem da empresa perante a sociedade e os acionistas), proporcionando, assim, o desenvolvimento sustentável da indústria, conforme proposto por Dias (2004) e preconizado na PNRS e na filosofia da P+L.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base no que foi abordado ao longo dessa pesquisa, constatou-se a importância da sustentabilidade dentro das empresas e para a sociedade, evidenciando questões ambientais, sociais e econômicas, o que é ratificado pelo surgimento das leis no Brasil acerca da responsabilidade do descarte dos resíduos sólidos pelas entidades geradoras.

A análise do contexto histórico sobre o desenvolvimento sustentável demonstrou que não havia preocupação com a geração tampouco com o descarte ambientalmente adequado dos resíduos gerados. Hoje, além do surgimento das leis, percebe-se uma valorização, pela sociedade em geral e por investidores, de produtos e empresas voltados para a preservação do meio ambiente e fomentadores de projetos sociais.

Percebeu-se também que as atividades ligadas à indústria de fabricação de móveis de madeira são muito importantes na economia do país, pelos elevados índices de faturamento alcançados e empregos gerados. Entretanto, o setor também é bastante expressivo com relação ao volume de resíduos gerados e aos danos ambientais causados pela gestão inadequada (ou falta de gestão) dos mesmos, corroborando para a necessidade de um estudo acerca da situação atual do gerenciamento de resíduos sólidos em empresas do setor.

Sendo assim, esse trabalho buscou analisar o gerenciamento de resíduos sólidos em quatro empresas fabricantes de móveis de madeira, comercializados no mercado interno (Grande Vitória/ES), sendo duas microempresas e duas empresas de pequeno porte, de acordo com a classificação da Lei Complementar nº 123.

Identificou-se bastante similaridade entre os processos de produção das quatro empresas, nas matérias-primas utilizadas e nos resíduos gerados – diferindo, principalmente, com relação às quantidades. Já com relação ao manuseio dos resíduos e às ações de P+L atualmente adotadas, houve bastante divergência, sendo que a Empresa 1 foi a que apresentou menos ações voltadas para a preservação do meio ambiente – uma vez que descarta seus resíduos sólidos, inclusive os de madeira, em aterros sanitários e não possui equipamento para otimização de corte das chapas

de madeira e MDF – e a Empresa 3, a que apresentou mais ações – por meio de doações para reutilização de seus resíduos e reciclagem de outros materiais.

No que se refere à quantificação dos resíduos sólidos gerados pelas quatro empresas, levantou-se um total de mais de 280 toneladas no ano de 2014, sendo a maior parte (mais de 90%) formada por restos de madeira (cavacos e maravalhas) e serragem e pó. Com base nas quantidades individuais de cada empresa, tanto de resíduos gerados quanto de matérias-primas utilizadas, calcularam-se os desperdícios de matérias-primas que se perdem na forma de resíduos de madeira. Identificou-se que a Empresa 2, apesar de ser a empresa com maior volume de resíduos gerados em valor absoluto, é a que possui maior eficiência em transformar suas matérias-primas de madeira em produto acabado, com um valor de 82,95%. Já a Empresa 4 foi a que gerou o segundo maior volume de resíduos sólidos de madeira em 2014, com a pior eficiência em seu processo produtivo (35,27%), o que significa que praticamente 65% de suas matérias-primas de madeira são desperdiçadas na forma de resíduos sólidos. Isso, provavelmente, se deve ao fato de a empresa não realizar um controle efetivo dos resíduos gerados – como pudemos ver a empresa não soube informar o quantitativo de resíduos de papel, papelão e plástico, não separa os resíduos de madeira por tipo nem as borras de tinta e demais produtos químicos. Além disso, também não possui um SGA implantado, o que pode contribuir para a baixa eficiência. As Empresas 1 e 3 obtiveram valores próximos quanto a eficiência: 58,85% e 54,62%, respectivamente, valores bastante expressivos também, que indicam que mais de 40% de suas matérias-primas são desperdiçadas na forma de resíduos sólidos.

No geral, a Empresa 3 mostrou ter o melhor gerenciamento de resíduos sólidos, por possuir mais ações voltadas para a preservação ambiental, além de Sistema de Gestão Ambiental – mesmo que não certificado, é a única dentre as quatro empresas que possui –, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Inventário e Registro de Resíduos Sólidos. Entretanto, apresentou uma baixa eficiência na conversão de suas matérias-primas em produtos acabados – a segunda menor dentre as quatro empresas –, o que mostra que nem sempre possuir um bom gerenciamento de resíduos sólidos indica que o processo de produção vai bem. É preciso garantir um maquinário adequado, funcionários treinados e qualificados, matérias-primas e insumos de boa qualidade e um controle e acompanhamento dos processos de produção, a fim de reduzir ou até mesmo eliminar a geração de resíduos sólidos.

Esses resíduos, além de representarem desperdícios de matérias-primas ainda fazem com que as empresas gastem com seu descarte legal, reforçando o fato de que a poluição, seja ela em forma de resíduos sólidos, efluentes líquidos ou emissões atmosféricas, não é somente uma questão ambiental, mas também financeira. Reduzir ou até mesmo não gerar resíduos significa entender que existe sempre uma maneira de melhorar a fabricação de produtos.

Pelas análises realizadas, concluiu-se que as empresas com melhor gerenciamento de resíduos sólidos (Empresa 3) e com a melhor eficiência no processo produtivo (Empresa 2) são empresas de pequeno porte, o que endossa estudos de diversos autores sobre o grau de adoção de práticas ambientais proativas estar relacionado ao tamanho da empresa – quanto maior a organização, mais propensa ela é a adotar tais práticas. Isso pode ser explicado pela quantidade de capital disponível para investimentos como aquisição de máquinas mais modernas, contratação de pessoal mais qualificado, implantação e certificação de sistemas de gestão entre outros.

Identificou-se que a contaminação de resíduos de madeira (com colas ou outras substâncias químicas) e a mistura entre os seus diferentes tipos (pó e serragem com partículas de MDF e madeira) são os maiores entraves das empresas na reciclagem de seus resíduos. Por isso a importância da separação dos resíduos na fonte: ela garante maior valor agregado e maior potencial de reaproveitamento desses materiais.

Demonstrou-se, por meio dessa pesquisa, que é possível não gerar ou reduzir a geração de resíduos com algumas ações simples, como a utilização de equipamentos modernos, que otimizem o aproveitamento das matérias-primas e insumos. A reutilização e a reciclagem também são passíveis de adoção dentro das empresas, demandando pouco ou nenhum esforço por parte das mesmas. Por fim, constatou-se que destinar corretamente os resíduos de madeira gerados é algo possível e benéfico para a empresa.

Com a adoção de uma ou mais alternativas sustentáveis apresentadas na seção 5.8, os resíduos se tornam produtos de alto valor agregado, reduzem ou extinguem a extração de recursos naturais e menor volume de resíduos é destinado a aterros industriais, evitando sua sobrecarga desnecessária – apenas rejeitos devem ser dispostos em aterros. Isso atenderia não só aos anseios das empresas – que buscam

constantemente reduzir custos e melhorar a imagem perante os consumidores e investidores –, mas também do meio ambiente e da sociedade – pela redução dos danos causados ao meio ambiente e à saúde pública.

Os resultados encontrados nesse trabalho mostram que o estudo aprofundado do processo produtivo é essencial para identificar e quantificar os resíduos gerados em uma empresa e serve como base para a tomada de decisão e criação de estratégias de mudanças com foco na eliminação ou redução das perdas no próprio processo produtivo e, posteriormente, no aproveitamento dos resíduos como insumos para outros produtos. Assim, a contribuição de alternativas baseadas na PNRS e na P+L que tragam retorno econômico para a empresa e, ao mesmo tempo, mitiguem os danos ao meio ambiente e à sociedade, se mostrou ser uma necessidade urgente para a melhoria de qualidade de vida das populações e para a sobrevivência dos empreendimentos, principalmente dos micro e pequenos.

Embora estudos de caso não permitam a generalização de resultados, eles podem subsidiar o estabelecimento de comparações com outras situações similares, fornecer um ponto de partida para a busca de soluções ou, ainda, identificar possíveis fatores que influenciam o problema tratado ou são por ele influenciados, servindo como base para outros estudos.

Assim, recomenda-se que trabalhos futuros realizem análises mais aprofundadas de custo-benefício sobre a viabilidade técnica e econômica da implantação de uma ou mais propostas aqui sugeridas, desde a não geração até a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos de madeira.

REFERÊNCIAS

ACHESON, E. D. et al. Nasal Cancer in Woodworkers in the Furniture Industry. **Br Med J.**, London, v. 2, n. 5605, p. 587–596, 1968.

ALIGLERI, Lilian Mara. **Adoção de ferramentas de gestão para a sustentabilidade e a sua relação com os princípios ecológicos nas empresas.** 2011. 170p. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ARGENTA, D. O. F. **Alternativas de melhoria no processo produtivo do setor moveleiro de Santa Maria/RS: Impactos ambientais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS – Abimóvel. **Panorama do setor moveleiro no Brasil: informações gerais.** São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/109985612/Panorama-Do-Setor-Moveleiro-No-Brasil>>. Acesso em 27 nov. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004.** Resíduos Sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

_____. **NBR 12235.** Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR ISO 14001.** Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – MOVERGS. **Dados do setor moveleiro.** 2016. Disponível em: <<http://www.movergs.com.br/dados-setor-moveleiro>>. Acesso em: 11 maio 2016.

BASARAN, Bülent. What makes manufacturing companies more desirous of recycling? **Management of Environmental Quality: An International Journal**, West Yorkshire, v. 24, n.1, p. 107-122, 2013.

BEHERA, S. K., et al. Evolution of “designed” industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: “research and development into business” as the enabling framework. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 29-30, 103-112, 2012.

BOCKEN, N. M. P. et al. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 65, p. 42-56, 2014.

BONILLA, S. H. et al. The roles of cleaner production in the sustainable development of modern societies: an introduction to this special issue. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v.18, p. 1-5, 2010.

BOYLE, C. A.; BAETZ, B. W. A prototype knowledge-based decision support system for industrial waste management: part I. The decision support system. **Waste Manag.**, New York, v.18, p.87-97, 1998.

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde**. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006a, 408p.

_____. Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis no 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, da Lei no 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar no 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis no 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 dez. 2006b. Seção 1, p. 1.

_____. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 03 out. 2010. Seção 1, p. 3.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2 set. 1981. Seção 1, p. 16509.

_____. Portaria Minter nº 124, de 20 de agosto de 1980. Estabelece normas para a localização de indústrias potencialmente poluidoras junto a coleções hídricas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 25 ago. 1980. Seção 1, p. 16760.

_____. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 dez. 1997. Seção 1, p. 30841-30843.

_____. Resolução Conama nº 264, de 26 de agosto de 1999. Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 mar. 2000. Seção 1, p. 80-83.

_____. Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 jun. 2001. Seção 1, p. 80.

_____. Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o inventário Nacional de Resíduos Sólidos industriais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 nov. 2002. Seção 1, p. 85-91.

BRITO, L. S.; CUNHA, M. E. T. Reaproveitamento de Resíduos da Indústria Moveleira. **Cient. Exatas Tecnol.**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 23-26, 2009.

CAETANO, M. D. D. E.; DEPIZZOL, D. B.; REIS, A. O. P. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica-ES. **Gestão & Produção**, São Carlos, no prelo, 2017.

CASAGRANDE JÚNIOR, E. F. et al. Indústria moveleira e resíduos sólidos: considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação & Tecnologia**, Curitiba, v.8, p. 209-228, 2004.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS – CNTL. **Dossiê Técnico - Produção mais Limpa no Setor Madeira e Mobiliário**. Porto Alegre, 2007.

_____. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. SENAI-RS/UNIDO/INEP. Porto Alegre, 2003a.

_____. **Questões Ambientais e Produção mais Limpa**. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, CNTL SENAI – RS, 2003b. 126p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

COLLINS, E. et al. Business networks and the uptake of sustainability practices: the case of New Zealand. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 15, p. 729-740, 2007.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

CONNER, J. R.; HOEFFNER, S. L. The History of Stabilization/ Solidification Technology. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 28, n. 4, p. 325-96, 1998.

DA SILVA, Aline Freitas; DE FIGUEIREDO, Carolina Finamore. Reaproveitamento de resíduos de MDF da indústria moveleira. **Design & Tecnologia**, [S.l.], n. 02, p. 77-87, 2010.

DAIAN, G.; OZARSKA, B. Wood waste management practices and strategies to increase sustainability standards in the Australian wooden furniture manufacturing sector. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 17, n. 17, p. 1594-1602, 2009.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD & RURAL AFFAIRS - Defra. **Incineration of Municipal Solid Waste**. 2013. 56p. Department for Environment Food & Rural Affairs/DEFRA, UK, 2013.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e prática**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DUNN, R. F.; BUSH, G. E. Using process integration technology for Cleaner Production. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 9, p. 1-23, 2001.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C. Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., Ouro Preto, **Anais...** Ouro Preto: ENEGEP, 2003.

ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY – Epa. **Timber and furniture industry**: Reducing business waste. EPA: 2012/0348, 2012.

ESHUN, J. F.; POTTING, J.; LEEMANS, R. Wood waste minimization in the timber sector of Ghana: a systems approach to reduce environmental impact. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 26, p. 67-78, 2012.

ESPÓSITO, S. S. **O uso da madeira na arquitetura**: Séculos XX e XXI. 2007. 172 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

ETZION, D. et al. Unleashing sustainability transformations through robust action. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 140, p. 167-178, 2017.

FARAGE, R. M. P et al. Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de Ubá – MG. **Cienc. Florest.**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 203-212, 2013.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **Resíduos sólidos**. 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/ver-todos/residuos-solidos/>>. Acesso em: 19 maio 2016.

FERNANDEZ-FEIJOO, B.; ROMERO, S.; RUIZ, S. Commitment to Corporate social responsibility measured through global reporting initiative reporting: factors affecting the behavior of companies. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 81, p. 244-254, 2014.

FET, A. M.; SKAAR, C.; MICHELSEN, O. Product category rules and environmental product declarations as tools to promote sustainable products: experiences from a case study of furniture production. **Clean Techn Environ Policy**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 201-207, 2009.

FIFKA, M. S.; POBIZHAN, M. An institutional approach to corporate social responsibility in Russia. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 82, p. 192-201, 2014.

FRESNER, J. Small and medium sized enterprises and experiences with environmental management. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v.12, n. 6, p.545-547, 2004.

GHAZINOORY, S. Cleaner production in Iran: necessities and priorities. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 13, n. 8, p. 755-762, 2005.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Ecologia Industrial**: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GMELIN, H.; SEURING, S. Achieving sustainable new product development by integrating product life-cycle management capabilities. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 154, p. 166-177, 2014.

GOMES, C. M. et al. Management for sustainability: An analysis of the key practices according to the business size. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 52, p. 116-127, 2015.

GOMES, F. P.; TORTATO, U. Proposta de configuração de rede logística reversa para a coleta de resíduos do setor moveleiro da região metropolitana de Curitiba – Estudo de caso. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S.l.], v. 5, n.3, p. 9-37, 2014.

GONCZ, E. et al. Increasing the rate of sustainable change: A call for a redefinition of the concept and the model for its implementation. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 15, n. 6, p. 525-537, 2007.

GORDIC, D. et al. Integrating Energy and Environmental Management in Wood Furniture Industry. **Scientific World J.**, New York, v. 2014, p. 1-19, 2014.

GUARNIERI, P. et al. Obtendo competitividade através da logística reversa: estudo de caso em uma madeireira. **J. Technol. Manag. Innov.**, San Tiago, v.1, n.4, p. 121-130, 2006.

GUERRERO, L. A., MAAS, G., HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Manag.**, New York, v. 33, p. 220-232, 2013.

HAN, X.; WEN, Y.; KANT, S. The global competitiveness of the Chinese wooden furniture industry. **Forest Policy and Economics**, [S.l.], v. 11, n. 8, p. 561-569, 2009.

HEIKKURINEN, P.; BONNEDAHL, K. J. Corporate responsibility for sustainable development: a review and conceptual comparison of market- and stakeholder-oriented strategies. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 43, p. 191-198, 2013.

HENRIQUES, J.; CATARINO, J. Sustainable Value and Cleaner Production e research and application in 19 Portuguese SME. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 96, p. 379-386, 2015.

HIRAMATSU, Y. et al. Present State of Wood Waste Recycling and a New Process for Converting Wood Waste into Reusable Wood Materials. **Materials Transactions**, [S.l.], v. 43, n. 3, p. 332-339, 2002.

HOGLAND, W.; STENIS, J. Assessment and system analysis of industrial waste management. **Waste Manag.**, New York, v. 20, p. 537-543, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cadastro Central de Empresas**. 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=p&o=1&i=P&c=988>>. Acesso em: 11 maio 2016.

- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - Ipea. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**. Relatório de Pesquisa: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/Ipea, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.
- IRITANI, D. R. et al. Sustainable strategies analysis through Life Cycle Assessment: a case study in a furniture industry. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 96, p. 308-318, 2015.
- KALB, P. D.; HEISER, J. H.; COLOMBO, P. Modified sulfur cement encapsulation of mixed waste contaminated incinerator fly ash. **Waste manag.**, New York, v. 11, n. 3, p. 147-153, 1991.
- KHAN, F. I.; SADIQ, R.; VEITCH, B. Life cycle iNdeX (LInX): a new indexing procedure for process and product design and decision-making. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 12, n.1, p. 59-76, 2004.
- KHARAZIPOUR, A.; KÜES, U. Recycling of Wood Composites and Solid Wood Products. In: KÜES, U. **Wood production, wood technology, and biotechnological impacts**, ed. 1. Universitätsverlag Göttingen: Softcover, 2007. chap. 20, p. 509-533.
- KJAERHEIM, G. Cleaner production and sustainability. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v.13, p. 329-339, 2005.
- KOCH, M. R. **Gestão de Resíduos Sólidos de uma indústria de aglomerados e moveleira** - um olhar para Sustentabilidade. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2012.
- KOLK, A.; PINKSE, J. A perspective on multinational enterprises and climate change: learning from ‘an inconvenient truth’? **Journal of International Business Studies**, London, v. 39, n. 8, p. 1359-1378, 2008.
- KORONEOS, C. J.; NANAKI, E. A. Integrated solid waste management and energy production - a life cycle assessment approach: the case study of the city of Thessaloniki. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 27, p. 141-150, 2012.
- KRAVCHENKO, G. A.; PASQUALETTO, A.; FERREIRA, E. M. Ecologia industrial aplicada à indústria moveleira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1472-1481, 2015.
- KÜÇÜKSAYRAÇ, E.; KESKIN, D.; BREZET, H. Intermediaries and innovation support in the design for sustainability field: cases from the Netherlands, Turkey and the United Kingdom. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 101, p. 38-48, 2015.
- LAMAS, W. Q.; PALAU, J. C. F.; CAMARGO, J. R. Waste materials co-processing in cement industry: Ecological efficiency of waste reuse. **Renew. Sust. Energ. Rev.**, [S.I.], v. 19, p. 200-207, 2013.

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. **HOLOS**, Natal, v. 2, p. 52-71, 2011.

LIMA, E. G. **Diagnóstico ambiental de empresas de móveis em madeira situadas no polo moveleiro de Arapongas - PR**. 2005. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LIMA, E. G.; SILVA, D. A. Resíduos Gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas-PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v.35, n. 1, 2005.

LOUREIRO, S. M. C; SARDINHA, I. M. D.; REIJNDERS, L. The effect of corporate social responsibility on consumer satisfaction and perceived value: the case of the automobile industry sector in Portugal. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 37, p. 172-178, 2012.

MACHADO, G. B. **Não Geração, Redução, Reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos de madeira**. 2014. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/nao-geracao-reducao-reutilizacao-reciclagem-e-tratamento-de-residuos-de-madeira/>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

MASSOTE, C. H. R.; SANTI, A. M. M. Implementation of a cleaner production program in a Brazilian wooden furniture factory. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 46, p. 89-97, 2013.

MAXWELL, D.; VAN DER VORST, R. Developing sustainable products and services. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 11, n. 8, p. 883-895, 2003.

MICHELSEN, O.; FET, A. M.; DAHLSTRUD, A. Eco-efficiency in extended supply chains: A case study of furniture production. **J. environ. manag.**, London, v. 79, n. 3, p. 290-297, 2006.

MINGHUA, Z. et al. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. **Waste Manag.**, New York, v. 29, p. 1227-1233, 2009.

MYMRIN, V. et al. Manufacture of a construction material using the physicochemical properties of ash and sludge wastes from MDF board production. **Construction and Building Materials**, [S.l.], v. 50, p.184-189, 2014.

NAHUZ, M. A. R. Resíduos da Indústria Moveleira e Madeireira. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO E TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA, 3., Vitória/ES, **Anais...** Vitória: MADETEC, 2005.

NESTLÉ. **Linha do tempo**. 2016. Disponível em: <<https://www.nestle.com.br/site/anestle/historia/historia80.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

NETREGS. **SME_environment 2003**. UK: NetRegs, 2003. Disponível em: <http://www.netregs.org.uk/pdf/sme_2003_uk_1409449.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2014.

NICOLELLA, G. **Sistema de gestão ambiental**: aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

OLIVEIRA, F. R. **Produção mais limpa no contexto da sustentabilidade. Oportunidades em uma indústria moveleira de Contagem/MG**. 2013. 101f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M. Product life-cycle implications for remanufacturing strategies. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 17, n. 11, p. 999-1009, 2009.

PEREIRA, J. R.; CAMPOS, A. L. A. Polos Produtivos Locais: A Indústria Moveleira de Linhares. **Pesquisa em Debate**, São Paulo, edição especial, p. 1-23, 2009.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **A Produção mais Limpa e o Consumo Sustentável na América Latina e Caribe**. São Paulo, 2004.

RAMOS, M.A.; TÁVORA JÚNIOR, J. L. Mercado de Carbono em Pernambuco – Possibilidades industriais e de uso da Produção mais Limpa. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 1., Recife. **Anais...** Recife: CIDTI, 2009.

RANDALL, P; CHATTOPADHYAY, S. Advances in encapsulation technologies for the management of mercury-contaminated hazardous wastes. **J. hazard. mater.**, Amsterdam, v. 114, n. 1-3, p. 211–223, 2004.

RAPÔSO, A. L. Q. R. S.; CÉSAR, S. F.; KIPERSTOK, A. Identificação de oportunidades de Produção mais Limpa na fabricação de sofá em microempresa moveleira do APL de móveis do agreste do estado de Alagoas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., São Carlos, **Anais...** São Carlos: ENEGEP, 2010.

REDMOND, J.; WALKER, E.; WANG, C. Issues for small businesses with waste management. **J. environ. manag.**, London, v. 88, n. 2, p. 275-285, 2008.

REVISTA DA MADEIRA – Remade. Gestão de resíduos sólidos na indústria madeireira. **Remade**, n. 77, nov. 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=467&subject=Res%EDduos&title=Gest%E3o%20de%20res%EDduos%20s%F3lidos%20na%20ind%FAstria%20madeireira>. Acesso em: 01 set. 2016.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity, **Nature (Lond.)**, London, v. 461, p. 472-475, 2009.

RODRIGUES, A. J. M. **Contabilidade Ambiental e Ecodesign**: avaliação da carga ambiental da produção de embalagens para bebidas no Brasil. 2008. 144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Paulista, São Paulo, 2008.

ROSA, M.; BELOBORODKO, A. A decision support method for development of industrial synergies: case studies of Latvian brewery and wood processing industries. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 105, p. 461-470, 2015.

ROSA, S. E. S. et al. O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 65-106, 2007.

SAKAI, S.; HIRAOKA, M. Municipal solid waste incinerator residue recycling by thermal processes. **Waste manag.**, New York, v.20, n. 2-3, p. 249-258, 2000.

SAVITZ, A. W.; WEBER, K. **The triple bottom line**: How today's best-run companies are achieving economic, social, and environmental success-and how you can too. San Francisco: Jossey-Bass, 2013.

SCHEEPER, B.; KROMHOUT, H.; BOLEIJ, J. S. M. Wood-dust exposure during wood-working processes. **Ann Occup Hyg.**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 141-154, 1995.

SCHNEIDER, V. E. et al. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira – estudo de caso no município de Bento Gonçalves. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., Ouro Preto, **Anais...** Ouro Preto: ENEGEP, 2003.

SELBACH, E.; NAIME, R. Diagnóstico de sustentabilidade em indústria moveleira do RS: Estudo de caso em fábrica no Vale do Caí. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 312-328, 2014.

SENG, B. et al. Municipal solid waste management in Phnom Penh, capital city of Cambodia. **Waste Manag. Res.**, London, v. 29, p. 491-500, 2010.

SEVERO, E. A. et al. Cleaner Production: Cases of the Metal-Mechanic Automotive Cluster of Serra Gaucha, Brazil. **African Journal of Business Management**, [S.l.], v. 6, p. 10232-1023, 2012.

SHARHOLY, M. et al. Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India. **Waste Manag.**, New York, v. 27, p. 490-496, 2007.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero**: o Sistema Shingo para melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SIKDAR, S. K. Sustainable development and sustainability metrics. **AICHe j.**, New York, v. 49, n. 8, p. 1928-1932, 2003.

SILVA, A. B. et al. Conceitos do Sistema Toyota de produção em uma fábrica de calçados para redução de perdas: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2013.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. **Eng Sanit Ambient**, Rio de Janeiro, v.20, n.1, p. 29-37, 2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA FILHO, J. C. G.; SICSÚ, A. B. Produção mais limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., Ouro Preto, **Anais...** Ouro Preto: ENEGEP, 2003.

SIMIÃO, Juliana. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa**. 2011. 169f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SISTEMA FIRJAN. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**: Guia de procedimento passo a passo. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

SONG, Q.; LI, J.; ZENG, X. Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 104, p. 199-210, 2015.

SOUTO, J. E.; RODRIGUEZ, A. The problems of environmentally involved firms: innovation obstacles and essential issues in the achievement of environmental innovation. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 101, p. 49-58, 2015.

SOUZA, V. F.; QUELHAS, O. L. G. Avaliação e controle da exposição ocupacional à poeira na indústria da construção. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 801-807, 2003.

TANG, X. et al. Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects. **Environ. int.**, Elmsford, v. 35, n. 8, p. 1210-1224, 2009.

TRANG, S. T. et al. Towards an importance–performance analysis of factors affecting e-business diffusion in the wood industry. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 110, p. 121-131, 2016.

TRAUMANN, A.; REINHOLD, K.; TINT, P. Environmental and occupational impact on human health of dust and chemicals from modern technologies. **Environmental Engineering and Management Journal**, [S.l.], v.13, n. 9, p. 2233-2241, 2014.

TUOTO, M. **Levantamento sobre a geração de resíduos provenientes da atividade madeireira e proposição de diretrizes para políticas, normas e condutas técnicas para promover o seu uso adequado**. Sumário executivo. Revisão 01. MMA - Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Projeto PNUD BRA 00/20 - Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Curitiba, Paraná, 2009.

UUSIJÄRVI, Richard. From Forest Log to Products. **AccessScience**. McGraw-Hill Education, 2012. Disponível em: <<http://www.accessscience.com/content/from-forest-log-to-products/YB120277>>. Acesso em: 26 maio 2016.

VALIENTE, J. M. A.; AYERBE, C. G.; FIGUERAS, M. S. Social responsibility practices and evaluation of corporate social performance. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 35, p. 25-38, 2012.

VENZKE, Claudio Senna. **A situação do Ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS**: Análise da postura e das práticas ambientais. 2002. 125f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

WASTE AND RESOURCES ACTION PROGRAMME – WRAP. **Benefits of reuse Case Study**: Office Furniture. Final report: WRAP, 2011.

ZANDER, S.; TRANG, S.; KOLBE, L. M. Drivers of network governance: a multitheoretic perspective with insights from case studies in the German wood industry. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 110, p. 109-120, 2016.

ZHU, Q.; COTE, R. P. Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group. **J. Clean. Prod.**, Oxford, v. 12, n. 8-10, p. 1025-1035, 2004.

ZHU, Q.; SARKIS, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of Operations Management**, [S.l.], v. 22, n.3, p. 265-289, 2004.

ANEXO A – Questionário aplicado nas Empresas

QUESTIONÁRIO

I – Informações Gerais

1.1 Razão Social: _____

1.2 Nome do responsável: _____

1.3 Função/Cargo: _____

1.4 Telefone: _____ 1.6 E-mail: _____

1.5 Atividade principal da indústria: _____

1.7 Código CNAE: _____ 1.8 Porte: _____

1.9 Período de funcionamento:

Horas por dia: _____ Dias na semana: _____ Meses do ano: _____

1.10 Número total funcionários: _____

II – Aspectos Ambientais

2.1 Possui Licença Ambiental? () Não () Sim _____

2.2 Já recebeu alguma notificação ou penalidade referente ao gerenciamento dos resíduos?
() Não () Sim _____

2.3 Possui um setor ou pessoa responsável pelos assuntos ambientais? () Não () Sim

2.4 Possui Certificação? () Não () Sim Qual? _____

2.5 Possui Sistema de Gestão Ambiental? () Não () Sim _____

2.6 Possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos? ()Não ()Sim _____

2.7 Possui Inventário dos Resíduos Sólidos? ()Não ()Sim _____

2.8 Mantém registro dos resíduos gerados, armazenados ou vendidos? ()Não ()Sim _____

2.9 Já desenvolveu um programa de Produção mais Limpa? ()Não ()Sim _____

III – Aspectos operacionais

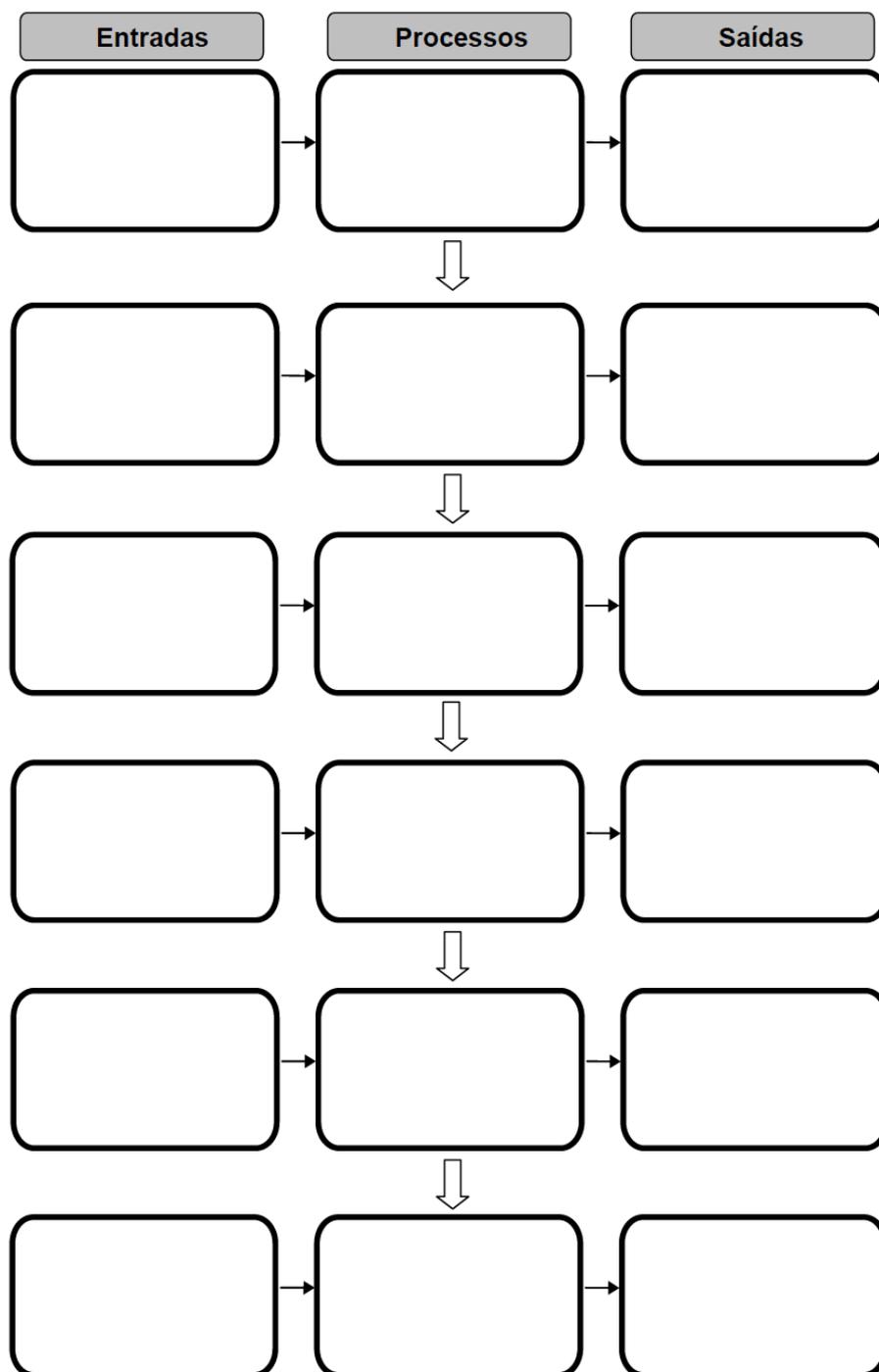
3.1 Quais são os produtos fabricados na empresa e quais as quantidades produzidas em 2014?
(Coluna 1)

3.2 Com qual mercado são comercializados (externo ou interno – local, estadual, nacional)?
(Coluna 2)

	Coluna 1			Coluna 2
	Produto	Quantidade	Unidade	Mercado
a				
b				
c				
d				
e				
f				
g				
h				
i				
j				

3.3 Fluxo do Processo

(Indicar todas as entradas e saídas para cada etapa do processo produtivo do móvel mais fabricado)



3.4 Dentre os resíduos gerados qual(is) a empresa tem apresentado maior dificuldade para o gerenciamento? Por quê?

VI – Descrição dos sistemas de controle de poluição (caso existentes)

(Estação de Tratamento de Água – ETA/ Estação de Tratamento de Efluentes – ETE/ Central de Resíduos Sólidos/ Sistemas de Controle de Poluição do ar, entre outros)