

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA INDÚSTRIA DE
AGLOMERADOS E MOVELEIRA - UM OLHAR PARA
SUSTENTABILIDADE**

MARCIANO RICARDO KOCH

Lajeado (RS), dezembro de 2012

MARCIANO RICARDO KOCH

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA INDÚSTRIA DE
AGLOMERADOS E MOVELEIRA - UM OLHAR PARA
SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento do Centro Universitário Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ambiente e Desenvolvimento

Orientador: Prof^o. Dr^o. Odorico Konrad

Co-orientador: Prof^o. Dr^o. Eduardo Miranda
Ethur

Lajeado (RS), dezembro de 2012

AGRADECIMENTOS

Gostaria de apresentar meus agradecimentos às pessoas que estiveram do meu lado e que de alguma forma me auxiliaram para a realização deste trabalho:

- Ao meu professor, orientador e amigo Odorico, pelas aulas e principalmente pelas orientações e conselhos ao longo do mestrado;
- Ao professor e co-orientador Eduardo Ethur, pela serenidade que sempre transmitiu em suas aulas e orientações;
- Aos demais professores do PPGAD pelas experiências e conhecimentos repassados ao longo do curso;
- Aos meus pais, Jane e Sírio, em especial à minha mãe, que sempre me apoio nos momentos mais difíceis me dando força para que eu nunca desistisse;
- Ao meu amigo Marneli Teixeira da empresa Duratex que me passou informações valiosas para conclusão desta dissertação;
- Aos Colaboradores: Sr. Renato Pilan da empresa Politorno Móveis; Sr. Clébio Luiz Jora da empresa Multimóveis; Sra. Adriana Zamboni da empresa Florense; Sr. Fábio Piassini da empresa Indústria de Móveis Piassini e Sr. Leonardo da empresa Otmar & Cia Móveis por me receberem em suas empresas e por passarem informações valiosas para o enriquecimento desta dissertação.

- A minha namorada Celi que se dispôs a cuidar da nossa filhota Amanda quando precisava dar sequência para terminar a dissertação e ainda me aturou nas horas mais difíceis;
- Aos meus amigos e colegas do mestrado, Elisete, Odimar, Daniele, Daiane, Bertuzzi, Japa Link, Tânia, Letícia, Valquíria, João Novo e João Velho, Lydia e Estevão pelas noites de sextas-feira e pelas famosas jantas que tivemos a oportunidade de realizar, em especial ao meu colega e grande amigo André que me motivou a seguir no mestrado através de várias conversas entre uma sinuca e outra nos bares em sextas-feiras.
- Ao meu chefe Rogério Balbinot que me patrocinou o mestrado e me deu a oportunidade para poder cursar o mesmo;
- E finalmente a Deus por ter me dado esta oportunidade única de poder escrever esta dissertação.

A estes, um considerável carinho e gratidão.

RESUMO

Os resíduos sólidos são atualmente considerados uns dos problemas mais preocupantes da sociedade humana nos últimos anos, inclusive no ramo moveleiro, pois as indústrias de móveis produzem uma quantidade considerável de resíduos de madeira que precisam ser tratados, reaproveitados ou valorizados, dando um destino ambientalmente correto aos mesmos. O objeto deste estudo é a empresa de Aglomerados, que produz chapas de MDP (*Medium Density Particleboard*) e utiliza como matéria-prima principal a madeira de matas plantadas (Eucalipto e Pinos) o que por sua vez provoca um índice considerável de desmatamento. O objetivo principal desse trabalho é identificar quais tipos de resíduos sólidos provenientes das indústrias moveleiras podem ser potencializados para reaproveitamento na fabricação de novas chapas de aglomerado e/ou para geração de energia. Para tanto foram identificados as principais indústrias de móveis que utilizam como matéria prima o MDP e MDF filiadas e não filiadas ao SINDMÓVEIS de Bento Gonçalves que geram resíduos sólidos de madeira provenientes de seu processo de produção. O método utilizado foi de pesquisa aplicada quanto aos fins e pesquisa documental, bibliográfica e estudo de caso quanto aos meios, sendo a análise dos dados predominantemente de caráter qualitativo. Foram analisados nas empresas entrevistadas vários aspectos relevantes à pesquisa em questão, dentre eles: tipos de móveis fabricados, matéria-prima que utilizam (MDP ou MDF), quantidades que as mesmas consomem, percentual de aproveitamento das chapas, locais de armazenagem dos mesmos, bem como sistemas de gestão utilizados. O trabalho buscou quantificar e evidenciar o aproveitamento destes resíduos como matérias-primas alternativas tanto na produção de novas chapas de aglomerado como para geração de energia (biomassa), minimizando assim o impacto ambiental. Os resultados obtidos mostram que há uma grande quantidade de resíduos gerados no polo moveleiro de Bento Gonçalves que não são reaproveitados corretamente e não é agregado nenhum valor aos mesmos. Como consequência desses resultados, comparando com a quantidade de resíduos de matérias-primas virgens utilizadas na empresa de Aglomerados, o aproveitamento desses resíduos alternativos reduziria consideravelmente o consumo de florestas plantadas.

Palavras chave: Gestão de resíduos, resíduos de madeira, sustentabilidade.

ABSTRACT

Solid waste is currently considered one of the most pressing problems of human society in recent years, including in the furniture industry, for the furniture industries produce a considerable amount of wood waste that must be treated, reused or recovered, giving an environmentally friendly destination thereto. The object of this study is the firm clusters, which produces plates MDP (Medium Density Particleboard) and used as the main raw material of wood planted forests (eucalyptus and Pins) which in turn causes a considerable rate of deforestation. The main objective of this work is to identify which types of solid waste from the furniture industry can be leveraged for reuse in making new plates crowded and / or for power generation. Therefore, we identified the major industries of furniture using as raw material the MDP and MDF to affiliated and unaffiliated Sindmóveis Bento Gonçalves that generate solid waste wood from its production process. The method was applied research as to the purposes and documentary research, literature and case study as to the means, and data analysis predominantly qualitative. We analyzed the companies interviewed several aspects relevant to the research in question, including: types of furniture manufactured using raw material (MDF or MDP), amounts that they consume, percentage of use of plates, storage locations thereof, and management systems used. The study sought to quantify and demonstrate the use of these wastes as alternative raw materials in the production of both new cluster plates as for power generation (biomass), thus minimizing environmental impact. The results show that there is a large amount of waste generated in the furniture hub of Bento Gonçalves which are not recycled properly and there is no added value to them. As a consequence of these results, compared with the amount of waste from virgin materials used in enterprise clusters, the use of these alternative waste considerably reduce the consumption of planted forests.

Keywords: waste management, waste wood, sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPA - Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira

AGL – Aglomerado

APR – Aproveitamento

COMP – Compensado

EIE - Avaliação de Impacto Ambiental (do inglês: Environmental Impact Evaluation)

EMS - Sistema de Gestão Empresarial (do inglês: Enterprise Management System)

GEE – Gases com efeito estufa

IBQP - Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade

ISO - Organização Internacional para Padronização (do inglês: International Organization for Standardization)

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental

MAD – Madeira

MDF - Placa de Fibra de Madeira de Média Densidade (do inglês: Medium Density Fiberboard)

MDP – Painel de Partículas de Média Densidade (do inglês: Medium Density Particleboard)

PME – Pequenas e Médias Empresas

PPGAD - Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento

PVC – Policloreto de Vinila (do inglês: polyvinyl chloride)

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SINDMÓVEIS - Sindicato das Indústrias do Mobiliário

UF – Ureia/Formaldeído

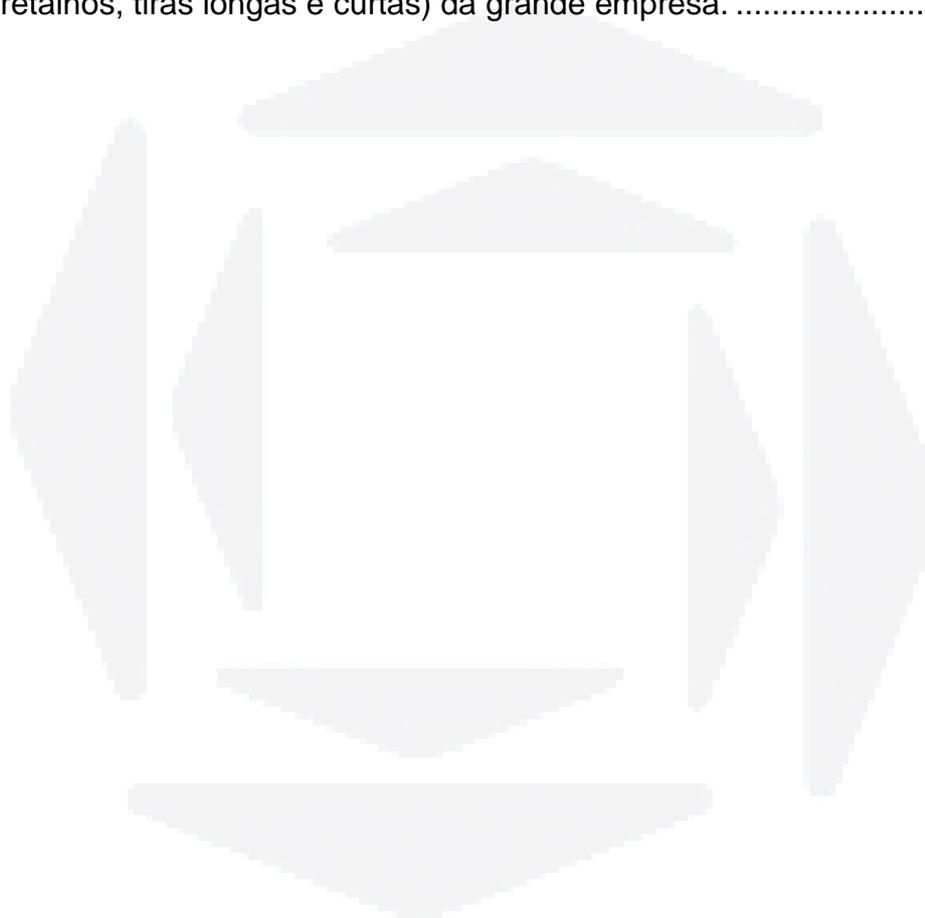


LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - ISO 14001 e sistemas de gestão ambiental.....	30
Figura 2 - Componentes da fase de planejamento EMS e sua inter-relação com as exigências legais e EIE e outros subsistemas.....	34
Figura 3 - Sistema Industrial de Base Florestal.....	37
Figura 4 – Capacidade de MDP no Brasil	47
Figura 5 – Fluxograma da cadeia produtiva de painéis de MDP	51
Figura 6 – Toras de eucalipto e a floresta de eucalipto	51
Figura 7 – Resíduos de indústrias de móveis.....	52
Figura 8 – Torras de madeira depositadas no pátio da empresa	53
Figura 9 – Resíduos (serragens e maravalhas) proveniente de serrarias.....	54
Figura 10 – Pó e serragem de madeira proveniente das plainas e máquinas de acabamento da Planta Piloto “A”	62
Figura 11 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da Planta Piloto “A”	63
Figura 12 – Máquina de corte de chapas utilizadas no processo de produção da Planta Piloto “A”.	64
Figura 13 – Lixadeira para acabamento das chapas totalmente automatizada da Planta Piloto “A”	65
Figura 14 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da Planta Piloto “A”	66
Figura 15 – Silo do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas para a coleta da Planta Piloto “A”.	67

Figura 16 – Pó e serragem de madeira proveniente das plainas e máquinas de acabamento da Planta Piloto “B”	69
Figura 17 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da Planta Piloto “B”	70
Figura 18 – Troféus fabricados com sobras de MDF da Planta Piloto “B”	71
Figura 19 – Pó e serragem de madeira no silo da empresa de Pequeno Porte	73
Figura 20 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da empresa de Pequeno Porte	74
Figura 21 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da empresa de pequeno porte	75
Figura 22 – Triturador de madeira (retalhos e tiras) que sobram do processo de corte das chapas da empresa de Pequeno Porte	76
Figura 23 – Pó e serragem de madeira no silo da média empresa	78
Figura 24 – Retalhos de madeira proveniente dos cortes das máquinas colocados no contêiner para coleta da média empresa	79
Figura 25 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da média empresa	80
Figura 26 – Triturador de madeira (retalhos e tiras) que sobram do processo de corte colocado no interior da fábrica da média empresa.....	81
Figura 27 – Silo do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) somente MDP de madeira nas máquinas com o container para o carregamento da média empresa.	82
Figura 28 – Pó e serragem de madeira no silo da micro empresa	84
Figura 29 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da micro empresa	85
Figura 30 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da micro empresa.	86
Figura 31 – Triturador de madeira (retalhos e tiras) que sobram do processo de corte colocado no interior da fábrica.	87
Figura 32 – Silo do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas.....	88
Figura 33 – Resíduo de madeira (retalhos, tiras longas e curtas) proveniente dos cortes das máquinas no processo de produção da grande empresa	90

Figura 34 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da grande empresa.....	91
Figura 35 – Silos do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da grande empresa.....	92
Figura 36 – Sistema de captação de resíduo (bordas das chapas) de madeira nas máquinas da grande empresa.....	94
Figura 37 – Vista de cima do contêiner pronto para o recolhimento do resíduo de MDP (retalhos, tiras longas e curtas) da grande empresa.	96



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Destino de resíduo de madeira e derivados das indústrias do polo moveleiro da Serra Gaúcha.....	40
Gráfico 02 – Consumo Per capita MDP 2006 m ³ /1000 Hab.	44
Gráfico 03 – Consumo Per capita MDP 2009 m ³ / 1000 Hab.	45
Gráfico 04 – Aplicação doméstica MDP	46
Gráfico 05 – Gráfico das empresas selecionadas através do site do SINDMÓVEIS.	58
Gráfico 06 – Destinação dos resíduos de madeira.....	72
Gráfico 07 – Destinação dos resíduos de madeira da grande empresa.....	95
Gráfico 08 – Destinação dos resíduos de madeira das indústrias pesquisadas do polo moveleiro de Bento Gonçalves.....	99
Gráfico 09 – Destinação dos resíduos de madeira projetado das indústrias pesquisadas do polo moveleiro de Bento Gonçalves.....	100
Gráfico 10 – Percentual de matéria-prima utilizado na indústria de Aglomerado de 2010 em m ³	103
Gráfico 11 – Percentual de matéria-prima utilizado na indústria de Aglomerado de 2011 em m ³	104
Gráfico 12 – Percentual de matéria-prima virgem utilizada na fabricação de chapas de Aglomerado e queima na caldeira nos anos de 2010 e 2011 em m ³	105
Gráfico 13 – Projeção do percentual de matéria-prima virgem utilizada na fabricação de chapas de Aglomerado e queima na caldeira com resíduo das indústrias de móveis em m ³	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos resíduos quanto à origem.....	21
Tabela 2 – Técnicas de gestão de resíduos de madeira e seus resultados mais significativos para o ambiente.	24
Tabela 3 – Serviços e funções de áreas naturais.....	26
Tabela 4 – Comparação de auditoria ambiental interna e externa.....	33
Tabela 5 – Matérias-primas, madeira e derivados, consumidos pelas empresas amostradas e médias proporcionais de aproveitamento	38
Tabela 6 – Quantidades de Resíduos de madeira e derivados gerados nas empresas visitadas	39
Tabela 7 – Estimativa dos volumes mensais dos resíduos gerados por classe de matéria-prima e por município nas empresas visitadas	39
Tabela 8 – Tabela de classificação de empresas conforme critérios do Sebrae.....	58
Tabela 9 – Tabela quantidade e tipos de resíduo de madeira da Planta Piloto “A” ...	68
Tabela 10 – Tabela de quantidades e tipos de resíduo de madeira da Planta Piloto “B”	71
Tabela 11 – Tabela da quantidade e tipos de resíduo de madeira gerados da empresa de pequeno porte em m3.	77
Tabela 12 – Tabela da quantidade e tipos de resíduo de madeira gerados da Média Empresa em m3.....	83
Tabela 13 – Tabela da quantidade e tipos de resíduo de madeira gerados da Micro empresa em m3	89
Tabela 14 – Tabela quantidade e tipos de resíduo de madeira da grande empresa em m3	93

Tabela 15 – Tabela de projeção aproximada da quantidade e tipos de resíduo de madeira das empresas do Polo moveleiro de Bento Gonçalves dos anos de 2010 e 2011 em m3	98
Tabela 16 – Consumo de matéria-prima (virgem e reciclada) da empresa de Aglomerados em m3	102
Tabela 17 – Tabela com resumo das principais informações das empresas pesquisadas	108



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	19
1.2 Objetivos Específicos	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Legislação de Resíduos Sólidos	20
2.2 Classificação dos resíduos sólidos.....	21
2.3 Produção com sustentabilidade de resíduos de madeira.....	23
2.4 Controle Ambiental de áreas verdes	25
2.5 Gestão ambiental Empresa X Ambiente.....	27
2.5.1 Certificação ISO 14001	29
2.5.2 Compreensão do sistema de gestão ambiental (SGA).....	32
2.5.3 Abordagem e Implementação de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) para PME (Pequenas e médias empresas).....	34
2.6 A cadeia produtiva de madeira e móveis.....	35
2.7 Resíduos de madeira da cadeia produtiva	37
2.8 Impactos sócio econômico das grandes empresas na sociedade devido ao avanço tecnológico possibilitado pela ciência	41
2.9 Indústria de Aglomerados no Brasil.....	43
2.9.1 <i>Matéria-prima madeira reconstituída (aglomerado)</i>	47
2.9.2 <i>Resina utilizada nas chapas de aglomerado</i>	49
2.10 Fluxograma da cadeia produtiva de painéis de aglomerado e a matéria-prima para geração de partículas.....	50
3 METODOLOGIA	55
3.1 Delineamento da Pesquisa.....	55
3.2 Meios de Investigação.....	56
3.3 Método para coleta dos dados da pesquisa	57
3.3.1 <i>Possíveis materiais (resíduos) com potencial para o reaproveitamento através de fornecedores das indústrias moveleiras</i>	57
3.3.2 <i>Quantificação dos resíduos identificados para reaproveitamento</i>	60
3.3.3 <i>Quantidade de matéria-prima virgem X quantidade de matéria-prima reciclada</i>	60
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61

4.1 Identificação dos resíduos das indústrias de móveis pesquisadas	61
4.1.1 <i>Planta piloto “A”</i>	61
4.1.1 <i>Planta piloto “B”</i>	68
4.1.2 <i>Empresa de Pequeno Porte</i>	73
4.1.3 <i>Média Empresa</i>	77
4.1.4 <i>Micro Empresa</i>	83
4.1.5 <i>Grande Empresa</i>	89
4.2 Análise Global de resíduos gerados no polo moveleiro de Bento Gonçalves ..	97
4.3 Consumo de matéria-prima virgem X matéria prima reciclada na indústria de aglomerados.....	102
4.4 Análise do potencial aproveitamento do resíduo gerado pelas indústrias de móveis do polo moveleiro de Bento Gonçalves.....	105
4.5 Resumo das informações das empresas pesquisadas	108
5 CONCLUSÃO	109
6 REFERÊNCIAS.....	113
7 ANEXOS	120

1 INTRODUÇÃO

A população do século XXI está se preparando para um desafio muito grande que é consumir com critérios ambientais visando o desenvolvimento sustentável, onde a urgência ao combate do consumo não é igual para todos. Os mais pobres aspiram aumentar o seu poder de consumo e a ter acesso aos bens e serviços utilizados a partir dos recursos disponíveis no planeta Terra. Os mais ricos visam consumir e adquirir cada vez mais e mais produtos. Cabe ressaltar a essas duas classes que há matérias-primas disponíveis mas, segundo Pessoa (2004), são limitadas, pois sua capacidade de regeneração no “tecido planetar” não é infinita.

Esta forma consumista da população começou a se expandir a partir da Revolução Industrial que aconteceu na segunda metade do século XVIII, dando origem à sociedade capitalista que modificou a vida das pessoas, substituindo a mão-de-obra movida pela energia humana pela energia motriz das máquinas, aumentando assim as desigualdades sociais e a degradação ambiental (SANTOS, 2005).

Os resíduos sólidos se tornaram um dos problemas mais preocupantes da sociedade humana nos últimos anos, uma vez que o seu ritmo de produção, bem como sua capacidade de deposição é cada vez mais limitado, não só pela escassez de espaço físico como também da legislação que se torna cada vez mais rígida no que tange a questão ambiental. Outros fatores importantes que determinaram o aumento excessivo de resíduos foram o modo de vida e os hábitos alimentares da

população, o que levou a um aumento considerável de resíduos produzidos diariamente (WRIGHT, 2004).

Alier (1998) defende ainda uma redistribuição de recursos para alcançar uma economia sustentável através da equidade entre os povos, reconhecendo igualmente o direito de cada um: dos mais pobres aos mais ricos; independente de cor, etnia, cultura, crença, etc.

O caminho para sustentabilidade hoje em dia passa por um processo contínuo e lento, e para que se tenha uma economia ecologicamente sustentável, é necessário preservar os recursos renováveis, para os quais Alier (1998) salienta o seguinte:

É preciso utilizar os recursos renováveis (água, pesca, lenha e madeira, produção agrícola), com um ritmo que não exceda a taxa de renovação, e que usa os recursos esgotáveis (petróleo, por exemplo) com um ritmo não superior ao de sua substituição por recursos renováveis (fotovoltaica, por exemplo) (ALIER, 1998, p. 268).

Para Leff (2001) a gestão ambiental do desenvolvimento sustentável, exige novos conhecimentos interdisciplinares e um planejamento intersetorial do desenvolvimento, que convida os cidadãos a participarem na produção de suas condições de existência em seus projetos de vida. O autor busca uma maior integração da democracia participativa à descentralização da economia e a reapropriação da natureza como um sistema ambiental produtivo contra os fundamentos da racionalidade ambiental, causadas pela crise ambiental.

No ramo moveleiro, segundo Moraes (2002), as indústrias de móveis podem ser segmentadas em função da matéria-prima que utiliza ou do uso final dos móveis que produz. Como existem diferentes tipos de matéria-prima à base de madeira que são utilizados em diferentes tipos de móveis, as empresas moveleiras produzem diferentes tipos de resíduos de madeira e seus derivados que em geral se apresentam em forma de serragem e retalhos, os quais são utilizados principalmente para geração de energia.

A indústria moveleira produz uma grande quantidade de resíduos de madeira, resultante dos cortes feitos nas chapas utilizadas no processo de fabricação dos móveis, onde utilizam como matéria-prima principal, em seus produtos, a madeira

maciça, painéis de madeira aglomerada, MDF (*Medium Density Fiberboard*), entre outros. Atualmente depara-se em seus processos produtivos com volumes cumulativos de resíduos, sem destino ambientalmente correto.

A empresa, objeto do estudo, tem como objetivo reciclar os resíduos, reutilizando-os como matéria-prima no processo de produção de painéis de madeira, contribuindo assim com a indústria moveleira, meio ambiente e a sociedade em geral, dando o destino correto a estes resíduos.

Atualmente a mesma possui três aspectos relevantes que caminham contra a sustentabilidade que precisam ser bem avaliados quanto aos seus impactos, bem como adotadas as medidas cabíveis para que o principal objetivo seja alcançado conforme descrito abaixo:

- ❖ Desmatamento;
 - Impactos: Efeito estufa e extinção de espécies e erosão;
- ❖ Geração de gases;
 - Impactos: Poluição do ar e aquecimento global;
- ❖ Resíduo líquido;
 - Impactos: Poluição dos rios, lençol freático e contaminação do solo.

O principal aspecto, e mais impactante sem dúvida, é o desmatamento, pois se trata da principal matéria-prima do processo produtivo, visto que restringe a absorção de gás carbônico e liberação de oxigênio na natureza. A política da empresa é produzir painéis de MDP (*Medium Density Particleboard*), respeitando o meio ambiente através de ações de redução do desmatamento.

Sendo assim, com a redução das matérias-primas virgens (mata plantada) por materiais reciclados (cavacos, retalhos de madeira, serragem), a empresa visa à redução de seus impactos ambientais, e para tanto, o problema da pesquisa caracteriza-se pelo seguinte questionamento: quais tipos de resíduos sólidos provenientes das indústrias moveleiras podem ser potencializados para

reaproveitamento na fabricação de novas chapas de aglomerado e para geração de energia.

O presente estudo tem uma importância fundamental para as empresas do ramo moveleiro, pois além de resolverem seu problema de destinação correta de seus resíduos provenientes da madeira, irão contribuir diretamente para a redução do desmatamento.

1.1 Objetivo Geral

Identificar quais tipos de resíduos sólidos provenientes das indústrias moveleiras podem ser potencializados para reaproveitamento na fabricação de novas chapas de aglomerado e/ou para geração de energia.

1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Identificar os possíveis materiais (resíduos) com potencial para o reaproveitamento através de fornecedores das indústrias moveleiras;
- ❖ Quantificar os resíduos identificados para o reaproveitamento;
- ❖ Comparar a quantidade de matéria-prima virgem utilizada com a quantidade de matéria-prima reciclada de resíduos sólidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Legislação de Resíduos Sólidos

A *Lei nº 12.305/10*¹ de 02 de Agosto de 2010, em seu Art. 1º institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

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

Art. 7º, inciso “II” define os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que trata da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Esta 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 poder público quanto ao seu destinamento ambientalmente correto do resíduo gerado. No subcapítulo a seguir será abordado a classificação dos resíduos sólidos, com ênfase no resíduo de madeira.

¹ BRASIL. *Lei nº 12.305/2010*. Altera a Lei nº 9.605, de 12 fevereiro de 1998, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L12305.htm>. Acesso em 12 Nov. 2010.

2.2 Classificação dos resíduos sólidos

Conforme Bidone e Povinelli (1999), os resíduos sólidos se classificam, quanto a sua origem e solubilidade conforme mostra a Tabela 1 abaixo, o autor classifica como sendo o lixo que não pode ser transportado por água e foi rejeitado para outro uso.

Tabela 1 - Classificação dos resíduos quanto à origem

ORIGEM	CARACTERÍSTICAS
Urbana	Resíduos residenciais, comerciais, de varrição, de feiras livres, de capinação e poda.
Industrial	Nessa categoria se inclui o lodo produzido no tratamento de efluentes líquidos industriais, bem como resíduos resultantes dos processos de transformação. Ex. cinzas, fibras, metais, escórias, geralmente tóxicos.
Serviços de saúde	Resíduos gerados em hospitais; clínicas médicas, odontológicas e veterinárias; postos de saúde e farmácias.
Radioativa	Resíduos de origem atômica. Esse tipo tem legislação própria e é controlado pelo Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN).
Agrícola	Resíduos da fabricação de defensivos agrícolas e suas embalagens.
Entulhos	Resíduos da construção civil, como: vidros, tijolos, pedras, tintas, solventes e outros.

Fonte: Adaptado de BIDONE e POVINELLI (1999).

De acordo com a NBR² 10004 (2004), os resíduos podem ser classificados, quanto à periculosidade com o critério de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (excluídos os resíduos domiciliares e os gerados em estações de tratamento de esgotos sanitários), enquadram-se como:

- ❖ Classe I – perigosos: quando suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente (materiais sépticos e contaminados, entre outros);
- ❖ Classe II A – não inertes: aqueles que não se enquadram nas classes I e II B - Inertes, tais como: papel, papelão, matéria vegetal e outros;
- ❖ Classe II B – inertes: não apresentam, após teste de solubilização, concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto os padrões

² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: **Resíduos sólidos: classificação**. 2.ed. São Paulo, 2004.

de cor, turbidez, sabor e aspecto tais como: rochas, tijolo, vidros e certas borrachas e plásticos e difícil degradabilidade.

Já Lima (1983) classifica os resíduos quanto a sua natureza e estado físico como: sólido, líquido, gasoso e pastoso. No que tange a origem e produção, esses podem ser classificados em: resíduo residencial; agropecuário; comercial; público; industrial; espacial; atômico; radioativo; de serviço de saúde e hospitalar e de portos, aeroportos e terminais de transportes.

Um dos resíduos sólidos gerados atualmente no mundo que precisa ser tratado, reaproveitado e valorizado são os resíduos oriundos da madeira. Um dos métodos simples segundo Probert et al. (2005) seria a compostagem de resíduos, solucionando assim o problema da redução dos volumes de resíduos biodegradáveis, bem como parte de seu recurso é o potencial de geração de renda com o produto composto.

Fricke et al. (2005) salienta a ênfase da necessidade de estabelecer métodos de tratamento aeróbio e anaeróbio para diminuir e eliminar os resíduos de madeira para os aterros, incluindo tecnologias de eliminação, reciclagem e recuperação, extração, biorremediação, remediação e destruição térmica.

Brito Jr. (2003), ao estudar a compostagem de lodo com resíduos vegetais, concluiu que o composto resultante se apresentou como um produto de excelente qualidade física, química e microbiológica, com amplas possibilidades para seu uso agrônômico.

Atualmente as empresas, na busca da competitividade nacional e internacional precisam ter um processo de gestão de seus resíduos, no qual se preocupem com o meio ambiente. Coutinho e Ferraz (1994) citam o meio ambiente como sendo um fator sistêmico do qual depende a sua competitividade em nível nacional, setorial e empresarial. Porter e Linde (1995) destacam ainda a fundamental importância na observação de aspectos ambientais como fatores regulatórios para a conquista e manutenção de mercados, mantendo-se competitiva nos mesmos.

Boyle e Baetz (1998) salientam que para implantar um sistema de gestão de resíduos em uma indústria com sucesso, é preciso que os gerentes se utilizem de

um sistema de apoio à decisão que dê prioridade à reciclagem e à reutilização, minimizando os custos e os impactos ambientais.

Os autores apontam para um sistema simples, no qual exigiria um mínimo de informações analíticas, identificando um tratamento ideal para tratar todos os resíduos produzidos, visando seu reaproveitamento, reciclagem e eliminação dos mesmos. Por isso é de fundamental importância que as indústrias estejam focadas em uma produção com sustentabilidade, tema que será abordado no próximo subcapítulo abaixo.

2.3 Produção com sustentabilidade de resíduos de madeira

Segundo Daian et al. (2009) a sustentabilidade dos sistemas de produção é um problema global que os governos, indústria e a sociedade enfrentam, principalmente no processo da madeira e da indústria transformadora. Como as mesmas se utilizam de produtos baseados em recursos naturais e renováveis a partir de florestas, este setor está bem posicionado para oferecer produtos que aumentem em longo prazo a sua sustentabilidade econômica e social.

Conforme Daian et al. (2009) foram realizados estudos na Europa que apontam para uma melhor disponibilidade e utilização de biomassa florestal através da recuperação da madeira a partir de produtos de transformação de vida e são reconhecidos como um dos objetivos estratégicos em suas principais áreas de investigação. É reconhecido que a madeira recuperada oferece um recurso de grande volume de produtos reciclados e novos materiais avançados, aumentando ainda mais o perfil ambiental da madeira.

Os autores comentam que pesquisas de mercado revelam que as principais razões pela falta de redução de resíduos por pequenas e médias empresas (PME) são devido à percepção de que há um benefício de baixo valor agregado na gestão de resíduos de madeira, onde há uma falta de sensibilização, pouca compreensão e nenhuma orientação sobre como reciclar o lixo.

Apesar do fato de a madeira ser o material mais abundante biodegradável e renovável disponível, existe inúmeras razões para maximizar a sua utilização, onde há preocupações econômicas, sociais e principalmente com as mudanças climáticas e a emissão de gases de efeito estufa, bem como a ameaça as florestas devido a efeitos adversos do clima, podem ser eficazmente combatidos pelo aumento da utilização de resíduos de madeira (DAIAN et al., 2009).

A Tabela 2 abaixo mostra as técnicas de gestão de resíduos de madeira e os seus resultados mais significativos para o ambiente, a mesma mostra as três formas de destinação para os resíduos de madeira (deposição em aterros, incineração e reciclagem) e quais os impactos causados no ar (emissão de gases), água (compostos tóxicos) e solo (acúmulo de substâncias perigosas).

Tabela 2 – Técnicas de gestão de resíduos de madeira e seus resultados mais significativos para o ambiente.

Destinação dos resíduos de madeira	Impactos ambientais		
	Ar	Água	Solo
Deposição em aterros	CO ₂ e CH ₄ emissões (gases com efeito estufa), odores desagradáveis	Poluição da água do subsolo por compostos tóxicos	Acumulação de substâncias perigosas no solo
Incineração	Emite CO ₂ , CH ₄ , SO ₂ , NOxHCl, dioxinas	Precipitação de substâncias perigosas em águas superficiais	Dumping das cinzas e fumaça – resíduos de limpeza
Reciclagem	Nenhum impacto ambiental		

Fonte: adaptado pelo autor com base em Lykidis e Grigoriou, 2008

Para evitar o aumento da emissão de gases que provocam o efeito estufa, muitos países de todo mundo entraram em acordo e assinaram o protocolo de Quioto, estabelecendo uma meta de até o ano de 2010 que deve haver uma redução de 8% em relação aos níveis de 1990 (LYKIDIS e GRIGORIOU, 2008; JUNGMEIER et al., 2004).

De acordo com Monroy (2012) foi adaptada em 11 de dezembro de 1997 em Kyoto, Japão, e entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005. Os países industrializados (membros do protocolo) concordaram e se comprometeram a reduzir gases do efeito estufa coletiva (GEE) em 5,2% do nível de 1990. O primeiro período

de do protocolo é de 2008 a 2012, e os correspondentes compromissos de emissões de GEE de redução por parte dos países membros expira no final de 2012.

Na Europa existe um conceito chamado Eco-design, o qual é uma forma sistemática para incluir considerações ambientais do ciclo de vida na concepção do produto. O Eco-design visa evitar ou minimizar os impactos ambientais de um produto durante o seu ciclo de vida, o qual inclui a seleção de substâncias, matérias e componentes utilizados, o prolongamento da vida útil do produto e a criação de produtos que consomem menos energia durante a sua vida e são recicláveis e reutilizáveis após a fase de utilização (KÄRNÄ, 2002).

Maxwell et al. (2003) salientam que o processo de fabricação de produtos de uma forma mais sustentável em todo o seu ciclo de vida, são aqueles que cumprem os critérios tradicionais, bem como os requisitos de sustentabilidade. Simplesmente isto significa uma integração dos aspectos ambientais no desenvolvimento dos produtos existentes que são exigidos e começam a ser observados no processo de compra dos mesmos. Visando esta sustentabilidade na fabricação de produtos é de suma importância realizar um estudo do controle ambiental de áreas verdes, o qual será abordado no próximo subcapítulo.

2.4 Controle Ambiental de áreas verdes

As áreas verdes urbanas estão cada vez mais valorizadas e menores em razão do crescimento desacertado das cidades, logo pode-se observar que os imóveis localizados em áreas verdes possuem valor mais elevado. Essas áreas tornam o clima mais agradável e transmitem um bem estar através do verde e a presença da avifauna, bem como a beleza da paisagem (BRUNA et al., 2004).

Já as áreas verdes urbanas também sofrem pressões antrópicas tanto pela expansão do meio urbano, pela atividade agrícola, ou pela presença de rodovias e outras consequências da atividade humana. Essas áreas, atualmente, estão sendo valorizadas seja pelo incremento do ecoturismo, ou pelo enfoque mundial no que

tange às mudanças climáticas globais e a necessidade de trabalhar com tecnologias mais limpas garantindo a redução do gás carbônico (CO₂) (BRUNA et al., 2004).

Para melhor explicar como funciona o sistema de controle ambiental de áreas verdes, a Tabela 3 abaixo nos mostra a relação dos serviços e a sua influência nos ecossistemas, bem como fornece exemplos para auxiliar na compreensão dos serviços.

Tabela 3 – Serviços e funções de áreas naturais

Serviços	Funções do Ecossistema	Exemplos
Melhoria da qualidade do ar	Regulação da composição química do ar	Balanco gás carbônico/oxigênio (O ₂), ozônio (O ₃) para proteção contra níveis elevados de UV e SOX
Controle climático	Influência em processos climáticos como temperatura e precipitação global ou nível local	Efeito estufa, produção de vapor d`água e nuvens
Equilíbrio de distúrbios do meio	Capacidade de ecossistemas íntegros de responder a flutuação do meio	Proteção contra tempestades, enchentes e secas pela estrutura de vegetação
Controle e suprimentos de água	Reserva e retenção de água, controle do fluxo hidrológico e reserva da água	Fornecimento de água para abastecimento, agricultura ou indústria, reabastecimento de aquíferos
Controle e erosão e retenção de sedimentos	Retenção de solo no ecossistema	Proteção contra a perda de solo pelo vento, erosão e acúmulo de resíduos em lagos e áreas úmidas
Formação de solo	Processo de formação de solo	Desgaste de rochas e acúmulo de material orgânico
Ciclagem de nutrientes	Acúmulo, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes	Fixação de nitrogênio (N), fósforo (P) e outros elementos
Tratamento de resíduos	Recuperação de nutrientes móveis ou remoção do excesso de nutrientes e outros compostos	Tratamento de resíduos, controle de poluição.
Polinização	Movimento dos gametas florais	Prover polinizadores para a reprodução das populações vegetais
Controle biológico	Controle trópico dinâmico de populações	Controle de predadores e redução de herbívoros
Refúgio da fauna	Hábitat para populações residentes e transitórias	Viveiros, hábitat para espécies migratórias ou locais para atravessar o inverno
Produção de alimentos	Resultado do metabolismo primário usado como alimento	Produção de peixes, caça, cereais, nozes, frutos
Produção de matéria- prima	Produto do metabolismo primário usados como matéria- prima	Produção de madeira, combustível

Continuação da Tabela 3 – Serviços e funções de áreas naturais

Serviços	Funções do Ecossistema	Exemplos
Recursos genéticos	Fontes técnicas de material biológico e produtos	Remédios, genes resistentes a fitopatógenos
Recreação	Proporcionando oportunidades de atividades de recreação	Ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades externas recreativas
Cultural	Promove oportunidades para usos não comerciais	Valores estéticos, artísticos, educacionais, espirituais e científicos dos ecossistemas

Fonte: adaptado pelo autor com base em Bruna et al., 2004.

A Tabela 3 mostra a importância muito grande na questão do refúgio da fauna, onde possui um controle do seu habitat para populações residentes e transitórias, na qual sugere viveiros, habitat para espécies migratórias ou locais para atravessar o inverno. Este controle da fauna é de vital importância para o estudo em questão, onde o desmatamento pode provocar a extinção da mesma, fato este faz com que as empresas adotem medidas de controle através de sua gestão ambiental, a qual será abordada no próximo subcapítulo.

2.5 Gestão ambiental Empresa X Ambiente

As empresas atualmente estão se conscientizando sobre os problemas ambientais causados pela sua atividade econômica, o que levou a uma maior demanda política e social para que as mesmas reduzam seus impactos ambientais (GALDEANO et al., 2008). Alguns autores salientam que a gestão ambiental pode ajudar as organizações a melhorarem sua competitividade (PORTER e LINDE, 1995; TRUNG e KUMAR, 2005), embora outros questionem com otimismo os defensores do meio ambiente (JAFFE et al., 1995; WALLEY e WHITEHEAD, 1994).

No que tange a variáveis ambientais, alguns estudos se utilizam apenas de variáveis ambientais de gestão (GONZÁLES e BENITO, 2005; WAHBA, 2008), outros utilizam apenas variáveis ambientais de desempenho (AL-TUWAIJRI et al., 2004; WAGNER 2005), e em alguns papéis estas variáveis são utilizadas em conjunto, tanto ambientais de gestão como de desempenho (JUDGE e DOUGLAS, 1998; KING e LENOX, 2002; LINK e NAVEH, 2006).

Neste contexto é importante salientar a diferença entre a gestão ambiental e desempenho ambiental, onde há dois conceitos diferentes que não são ligados automaticamente (HENRI e JOURNEAULT, 2008). A gestão ambiental abrange todas as atividades técnicas e organizacionais realizadas pela empresa com o propósito de reduzir impactos ambientais e minimizar seus efeitos sobre o ambiente natural (CRAMER, 1998).

Já o desempenho ambiental é medido através de indicadores que nos levam a uma boa gestão ambiental, onde a literatura nos mostra que a adoção de boas práticas ambientais nas organizações as leva a desempenhos ambientais favoráveis (ANNANDALE et al., 2004; MELNYK et al., 2003; ZHU e SARKIS, 2004).

Estudos têm demonstrado que pioneiros em inovações tecnológicas e de produto, tipicamente desfrutam de um melhor desempenho no mercado de negócios por causa da vantagem antecipado de estratégias ambientais que se acumulam sobre as emissões de baixo, mas que também envolvem outras fontes de vantagem competitiva sustentável (GILBERT e BIRNBAUM-MORE, 1996; SONG et al., 1999; HART e AHUJA, 1996; GHEMAWAT, 1986). Por exemplo, as empresas que tiverem sua produção com emissões baixas em relação a seus concorrentes terão mais vantagem competitiva nos mercados emergentes (RUSSO e FOUTS, 1997).

A literatura de gestão ambiental mostrou que a adoção de práticas ambientais por parte das empresas geralmente leva ou tem a ver com o bom desempenho ambiental como, por exemplo: (ANNANDALE et al., 2004; MELNYK et al., 2003; ZHU e SARKIS, 2004).

Melhores níveis de desempenho ambiental podem derivar de diferentes tipos de práticas ambientais que nem sempre têm os mesmos efeitos sobre o desempenho ambiental (HENRI e JOURNEAULT, 2008). O desempenho ambiental refere-se a linha no processo e gestão da poluição ambiental pró-ativa, onde se espera que uma gestão ambiental de fim de linha favoreça a melhoria, principalmente nas saídas indesejada dos processos de produção, tais como as emissões para a atmosfera e na água, que resultam em alguns efeitos positivos sobre o desempenho ambiental (SCHALTEGGER e FIGGE, 2000).

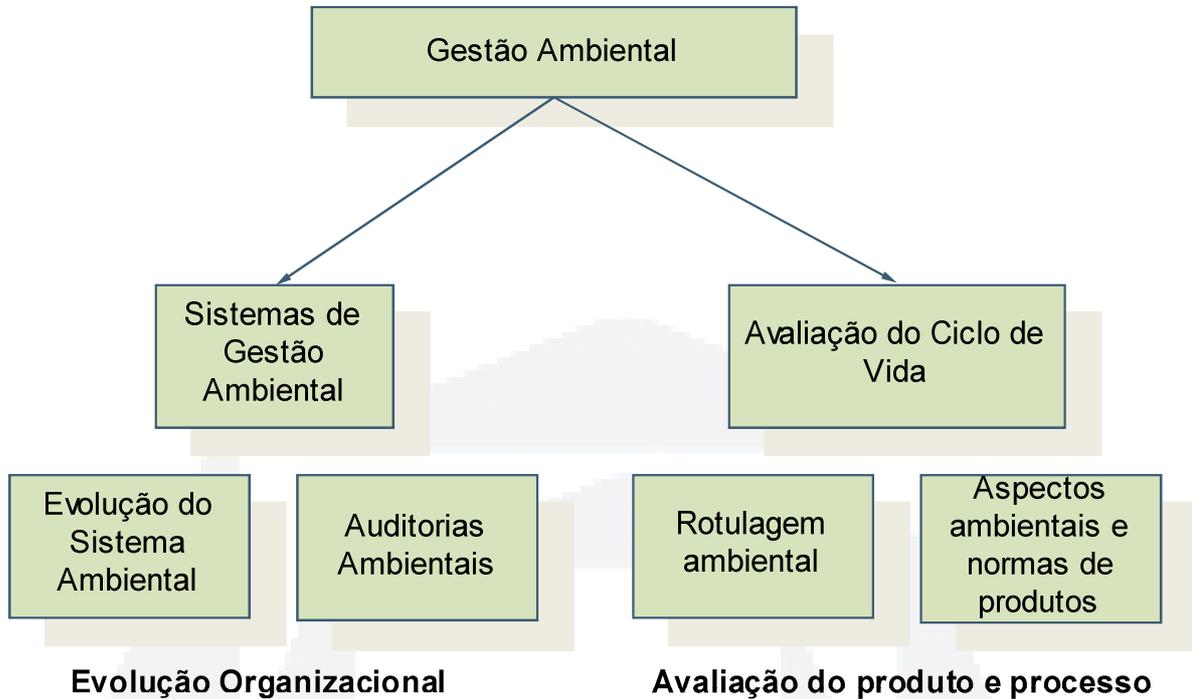
Tais melhorias trazidas por esta integração de uma postura pró-ativa em relação à poluição, podem ainda incluir melhorias na empresa para com o uso de energia, uso da água, aumentando assim a eficiência dos recursos, diminuindo a quantidade de insumos de produção por unidade de produção no produto (WAGNER, 2005). Estes níveis de desempenhos e melhorias ambientais podem ser alcançados através da certificação ISO 14001, tema que será abordado no próximo subcapítulo.

2.5.1 Certificação ISO 14001

A ISO 14001 é um padrão Internacional adotado pela organização Internacional implantado em 1996, com o intuito de aumentar as expectativas para as práticas ambientais em todo mundo, bem como facilitar o comércio, reduzindo as barreiras comerciais (MELNYK et al., 2003). Mais especificamente a ISO 14001 abrange as seguintes áreas: EMS (Enterprise Management System), auditoria, avaliação de desempenho, rotulagem, avaliação do ciclo de vida e padrões de produtos (TIBOR e FELDMAN, 1996).

A Figura 1 abaixo nos mostra que estas normas estão divididas em duas categorias gerais. O primeiro consiste na avaliação da organização, ou o EMS e as normas de auditoria e desempenho utilizadas para avaliar a empresa, os quais fornecem a estrutura necessária para o sistema de gestão. O segundo consiste na avaliação do produto que segundo o processo inclui a rotulagem, avaliação do ciclo de vida e atributos ambientais nas normas de produtos, os quais centram-se na avaliação e análise das características do produto e do processo (TIBOR e FELDMAN, 1996).

Figura 1 - ISO 14001 e sistemas de gestão ambiental



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Tibor and Feldman, 1996.

As normas ISO estabelecem os elementos estruturais de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) o qual consiste em um sistema formal de banco de dados que integra todos os procedimentos e processos para a formação de pessoal, monitoramento e comunicação de informações de desempenho ambientais especializados às partes interessadas tanto internas quanto externas das empresas (SROUFE, 2000).

Essencialmente as normas ISO estabelecem basicamente os elementos estruturais de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental), conforme Tibor e Feldman (1996) e Sayre (1996):

- Estabelecer uma política ambiental adequada à organização, incluindo um compromisso com a prevenção da poluição;
- Facilitar o planejamento, controle e monitoramento para garantir que a política seja cumprida e continua a ser apropriada para a organização;

- Identificar os requisitos legais e aspectos ambientais dos produtos da organização, serviços e atividades para determinar o impacto, o significado, prioridades e objetivos;
- Estabelecer um programa para implementar essas políticas e objetivos com um processo disciplinado de avaliação e alcançar níveis de desempenho desejáveis, visando a busca de melhorias sempre que necessário;
- Desenvolver a gestão e comprometimento dos funcionários para a proteção do ambiente, com atribuição clara de prestação de contas e de responsabilidade;
- Estimular o planejamento ambiental em toda a gama completa de atividades da organização, desde a aquisição de matérias-primas até a distribuição do produto;
- Fornecer recursos, incluindo a formação, para alcançar níveis de desempenho orientados para uma base contínua;
- Estabelecer um processo de gestão e de auditoria para revisar o SGA e identificar oportunidades de melhoria do sistema resultantes do desempenho ambiental;
- Estabelecer e manter comunicação adequada com relevantes partes internas e externas;
- Incentivar a empreiteiros e fornecedores a estabelecer um SGA.

É importante salientar que os processos ISO 14001/EMS não são, padrões de desempenho, ou seja, essas normas não exigem um nível de organização em particular de um ótimo desempenho ambiental, mas consistem em um sistema para ajudar uma organização a alcançar seus próprios objetivos ambientais. Subjacente a esta abordagem é a suposição de que, ajudando um foco firme em cada etapa do seu processo de fabricação, a empresa irá desenvolver práticas de uma melhor gestão ambiental e, finalmente, melhorar seu desempenho ambiental (MELNYK et al.; 2003). Para compreender melhor como funciona um sistema de gestão ambiental, o mesmo será abordado no próximo subcapítulo.

2.5.2 Compreensão do sistema de gestão ambiental (SGA)

O grande propósito de um SGA é desenvolver, implementar, gerir, coordenar e monitorar as atividades ambientais das empresas para alcançar dois objetivos básicos que são o cumprimento e redução de resíduos (SAYRE, 1996). Para uma empresa, a adesão significa simplesmente atingir e manter os padrões mínimos legais e regulamentares para os níveis de poluição aceitáveis para o propósito de evitar futuras penalizações. Por exemplo, o não cumprimento pode resultar em aumento de custos (multas), aumento da intervenção externa no dia-a-dia das operações, e, em situações extremas, emissão de ordens de embargo e interdição do estabelecimento (MELNYK et al.; 2003).

Claramente, a redução de resíduos vai além da conformidade e se concentra nas atividades de uma empresa sobre a redução drástica do impacto ambiental negativo. Tão convincente quanto essas metas são, no entanto, na medida em que normalmente o Sistema de Gestão da Empresa (EMS), alcançá-los tem sido relativamente inexplorado. Assim, também, a questão mais fundamental do que características de um SGA deve estar presente para um sistema para alcançar estes objetivos permanece praticamente pouco pesquisado (MELNYK et al.; 2003).

De acordo com Thompson et al. (1993), a auditoria ambiental é dividida em sete categorias: auditorias de conformidade, auditorias de sistemas de gestão ambiental, auditorias transacional, tratamento, armazenamento e auditorias instalação de eliminação, auditorias prevenção da poluição, as auditorias de responsabilidade ambiental de competência, e as auditorias do produto. No entanto, os pesquisadores (MARZULLA e KAPPEL, 1991 e JOSEPHINE, 1999) dividem em dois grandes grupos: auditoria ambiental interna e auditoria ambiental externa.

Marzulla e Kappel (1991) sugerem que as empresas devem considerar os pontos de vista global sobre a auditoria ambiental interna e externa com a perspectiva de uma terceira parte na revisão de seu desempenho de gestão ambiental a fim de garantir a objetividade.

Josephine (1999) destaca a independência do auditor e sugere o uso de fontes de mão-de-obra diferentes para formar a equipe de auditoria da empresa do

próprio meio ambiente. Além de uma auditoria de adequação da própria empresa para um sistema de gestão ambiental, pode equilibrar as diferenças entre os fatores internos e externos de uma auditoria ambiental, para garantir a qualidade da mesma. A Tabela 4 abaixo compara as diferenças entre auditoria ambiental interna e externa para a referência de executivos na criação de um sistema de auditoria ambiental.

Tabela 4 – Comparação de auditoria ambiental interna e externa

Itens	Auditoria ambiental interna	Auditoria ambiental externa
Jogador	Pessoal interno de acordo com a política de gestão ambiental	Testadores certificados de profissionais auditores ambientais
Características	Despesa baixa, familiarizados com os procedimentos do departamento de auditoria, menos independente e objetiva	Gasto elevado, com ampla experiência em auditoria independente e objetiva
Objetivos	As leis e regulamentos estão sendo cumpridos? Existem débitos relacionados? Os Contratos de Gestão de Resíduos estão sendo cumpridos? Há uma política de Gestão Ambiental baseado em uma base factual? As dívidas ambientais acumuladas são adequadas? As atividades de proteção ambiental seguidos utilizando métodos são consistentes e apropriados?	Recibo de garantia por parte de terceiros (como um instituição autorizada ou empresa de transação) em conformidade com as leis e regulamentos ambientais

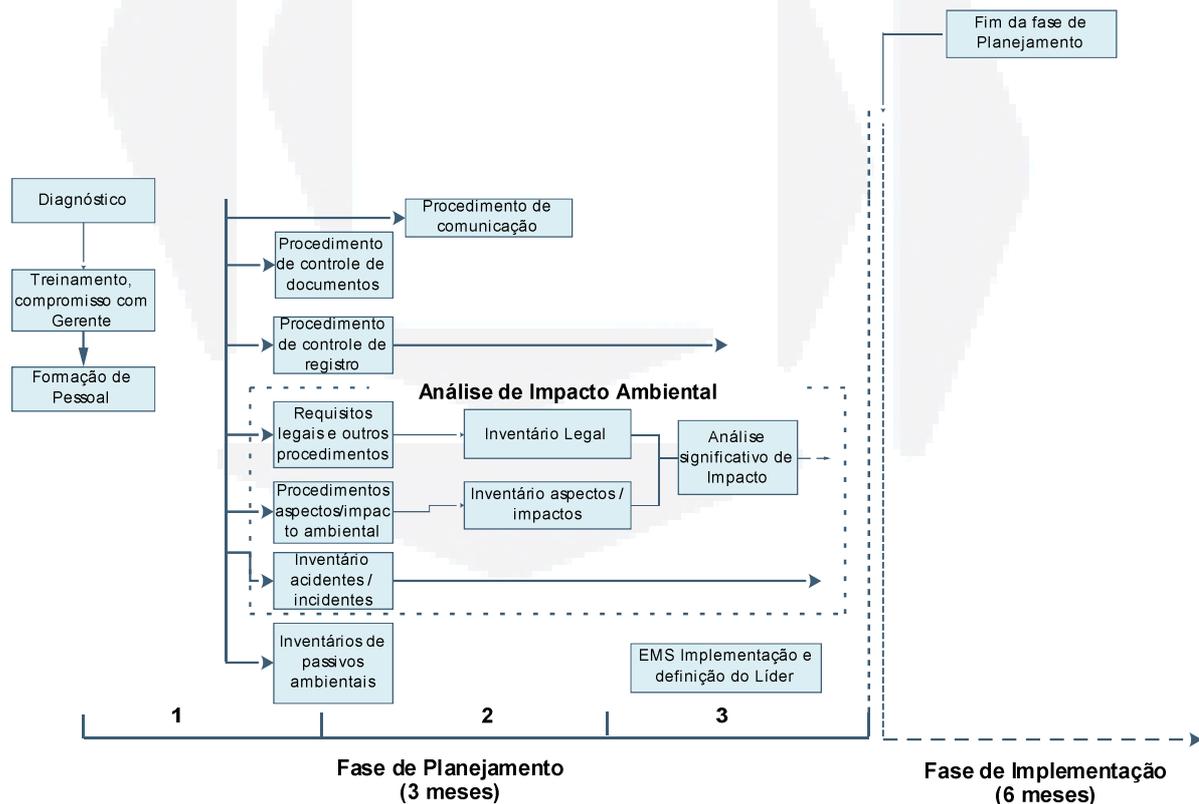
Fonte: adaptado pelo autor com base em Shih et al., 2006.

Para que se tenha uma um resultado satisfatório é importante que as empresas tenham os dois sistemas de auditoria tanto interno como externo, onde é muito importante ter os dois pontos de vista. No próximo subcapítulo será abordado a implementação de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) para pequenas e médias empresas (PME).

2.5.3 Abordagem e Implementação de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) para PME (Pequenas e médias empresas)

De um modo geral um plano de implementação para as PME podem variar de oito a doze meses no máximo (VITERBO, 1998; SEIFFERT, 2002; SEIFFERT; 2006). No entanto, na prática, a velocidade do processo de execução só pode ser determinada pela própria organização. A Figura 2 abaixo demonstra o resultado parcial de uma abordagem cooperativa de implementação, a qual mostra os subsistemas necessários para compensar a fase de planejamento, cujas atividades foram incluídas e pode ser desenvolvida em série ou em paralelo.

Figura 2 - Componentes da fase de planejamento EMS e sua inter-relação com as exigências legais e EIE e outros subsistemas.



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Seiffert, 2008.

No Brasil, os empresários ainda acreditam que o processo de implementação de um SGA segundo a ISO 14001 é extremamente caro. Essa crença é, provavelmente, devido a informações divulgadas por grandes empresas sobre os

grandes gastos necessários para obter uma certificação EMS. Isso resultou na atitude entre as PME que a certificação de um SGA é extremamente caro e economicamente inviável para eles. Infelizmente, porém, as grandes empresas não divulgam qual a percentagem do custo total pode são atribuídos a conformidade legal de marketing ambiental e a correção de passivos ambientais. Isto é muito importante porque esses itens não estão diretamente associados com os custos de implementação do EMS, no entanto, com um histórico de desempenho ambiental pobre ou com as decisões estratégicas da organização (SEIFFERT, 2008).

Os custos relacionados com consultoria (pagamento de horas técnicas e outras despesas relacionadas), custos de auditoria de certificação, bem como os custos indiretos relacionados ao número de horas-homem necessárias para a execução, pode ser efetivamente atribuída ao EMS (SEIFFERT, 2008).

Além disso, é necessário considerar que os custos associados à implementação e certificação, o aumento na proporção da complexidade da organização, naturalmente associada ao tamanho físico e número de empregados, nível de automação, tipo de atividade e um histórico de não-conformidade ambiental (SEIFFERT, 2008). Neste contexto de implementação de SGA e EMS, o próximo subcapítulo abordara a cadeia produtiva de madeira e móveis desde a sua origem até a sua destinação final em forma de matéria-prima no consumo doméstico e internacional em seus diversos segmentos (Indústria, construção civil, moveleira, gráfica, editoração, etc).

2.6 A cadeia produtiva de madeira e móveis

A indústria de madeira e móveis pode ser entendida como sendo parte do setor da base florestal, o qual compreende o segmento de lenha, do carvão vegetal, bem como do papel e da celulose, onde a partir de um processo primário de transformação industrial, a indústria da madeira se desmembra em vários outros segmentos, tais como: indústrias de serrado, indústrias de móveis, painéis de madeira reconstituída, e outros, onde quanto maior o beneficiamento e acabamento

da madeira, maior será o valor agregado do produto acabado (GUÉRON e GARRIDO, 2004).

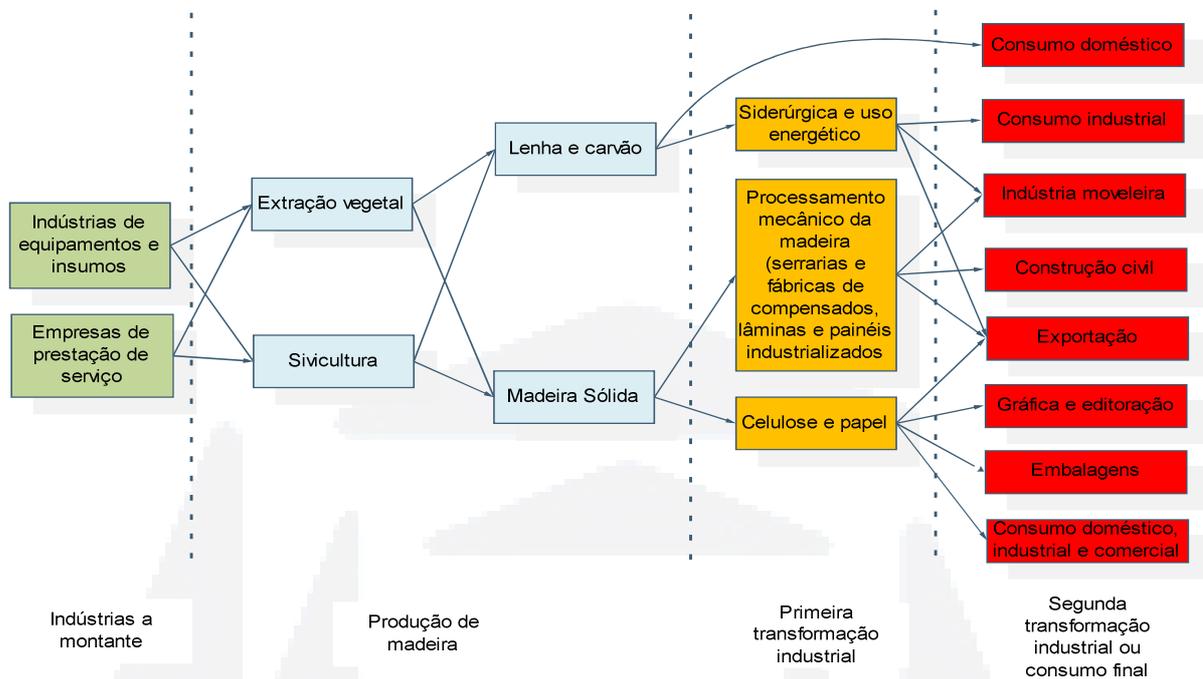
Segundo IBQP/PR³ (2002), são três grandes vertentes, considerando os distintos usos finais pelos quais a cadeia produtiva da madeira pode ser segmentada: a cadeia do processamento mecânico, a de energia representada pela lenha e carvão vegetal e a do papel e celulose.

Conforme Moraes (2002), a indústria moveleira pode ser segmentada tanto em função dos materiais em que os móveis são confeccionados, como também de acordo com os usos a que se destinam, onde existem móveis de madeira para escritório (móveis sob encomenda e móveis seriados) e para residência (móveis retilíneos seriados, móveis sob medida e móveis torneados seriados).

A Figura 3 mostra como funciona o sistema industrial de base florestal, pode-se observar que a indústria moveleira é a responsável pela segunda transformação industrial da madeira, a qual depende das indústrias siderúrgicas fornecedora de metais para móveis, da indústria química, fornecedora de colas, tintas, PVC, vernizes e vidro, bem como da indústria têxtil e da indústria responsável pelo processamento da madeira.

³ IBQP/PR – Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Paraná. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná**. Curitiba: IBQP, 2002.

Figura 3 - Sistema Industrial de Base Florestal



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Moraes (2002).

De acordo com Moraes (2002), existem no estado do Rio Grande do Sul, 3,2 mil fabricantes de móveis, onde 70% situam-se na região de Bento Gonçalves, o qual é considerado o maior polo moveleiro do estado, sendo responsável por 9% da produção nacional. Os principais móveis fabricados pelo setor são móveis retilíneos seriados provenientes de madeira aglomerada, MDF e chapa dura, os quais são destinados ao mercado interno. No subcapítulo a seguir serão abordados estudos de resíduos de madeira gerados no polo industrial da região de Bento Gonçalves.

2.7 Resíduos de madeira da cadeia produtiva

Foram poucos trabalhos que buscaram analisar a geração de resíduos nas indústrias moveleiras. Schneider et al. (2004) realizaram o diagnóstico da geração de resíduos do polo moveleiro da Serra Gaúcha, a qual objetivou estimar a quantidade de resíduos de madeira e derivados gerados, conforme resultados estimados nas Tabelas 5, 6 e 7 abaixo.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de matérias-primas de madeira consumidas pelas empresas amostradas e as médias de aproveitamento para cada classe de matéria prima, calculadas em médias proporcionais ao consumo de cada empresa. Os autores observaram uma predominância do uso de chapas de aglomerado, seguidas em ordem de consumo pelo uso de MDF, madeira serrada e compensado.

Tabela 5 – Matérias-primas, madeira e derivados, consumidos pelas empresas amostradas e médias proporcionais de aproveitamento

Município	N	MAD (m ³)	APR. (%)	MDF (m ³)	APR. (%)	AGL (m ³)	APR. (%)	COMP. (m ³)	APR. (%)	TOT (m ³)
Bento Gonçalves	27	2057,0	68,18	5029,5	94,99	19504,5	93,59	319,4	94,98	26910,4
Caxias do Sul	35	2144,3	63,89	217,5	91,49	236,0	94,69	2497,5	93,82	5025,3
Flores da Cunha	14	2766,5	63,05	2110,3	92,55	1621,7	91,36	46,8	89,55	6542,8
Lagoa Vermelha	18	538,0	88,38	4541,8	94,51	4276,5	94,9	30,5	92,38	9386,8
Totais	94	7505,8	66,51	11899,1	94,31	25638,7	93,68	2894,2	93,86	47865,3

Legenda: N – Número de empresas visitadas; MAD – Madeira; APR – Aproveitamento; MDF – Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; AGL – Aglomerado; COMP – Compensado; TOT – Total de matéria-prima consumida.

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Schneider et al. (2004).

Na Tabela 6 são apresentadas as quantidades de resíduos gerados de serragem, maravalhas e retalhos, onde os autores observaram uma elevada quantidade de resíduos de serragem no município de Flores da Cunha, comparando com a proporção de matéria-prima consumida.

Tabela 6 – Quantidades de Resíduos de madeira e derivados gerados nas empresas visitadas

Município	N ¹	SERRAGEM ² (m ³)	MARAVALHAS ² (%)	RETALHOS ² (m ³)
Bento Gonçalves	27	2558,2	131,5	2444,6
Caxias do Sul	35	485,9	159,2	191,2
Flores da Cunha	14	2619,5	3935,6	599,5
Lagoa Vermelha	18	495,0	851,0	213,5
Totais	94	6158,6	5077,3	3448,8

¹ Número de empresas visitadas.

² Quantidade de resíduos gerados, dados em volume a granel.

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Schneider et al. (2004).

Já na Tabela 7 são apresentados os valores estimados da geração de resíduos por classe de matéria-prima e por município para as empresas amostradas. Além da estimativa da geração de resíduos, os autores identificaram também as principais espécies de madeira utilizadas, como a madeira serrada, apresentando um valor médio da densidade a granel das diferentes classes de resíduos.

Tabela 7 – Estimativa dos volumes mensais dos resíduos gerados por classe de matéria-prima e por município nas empresas visitadas

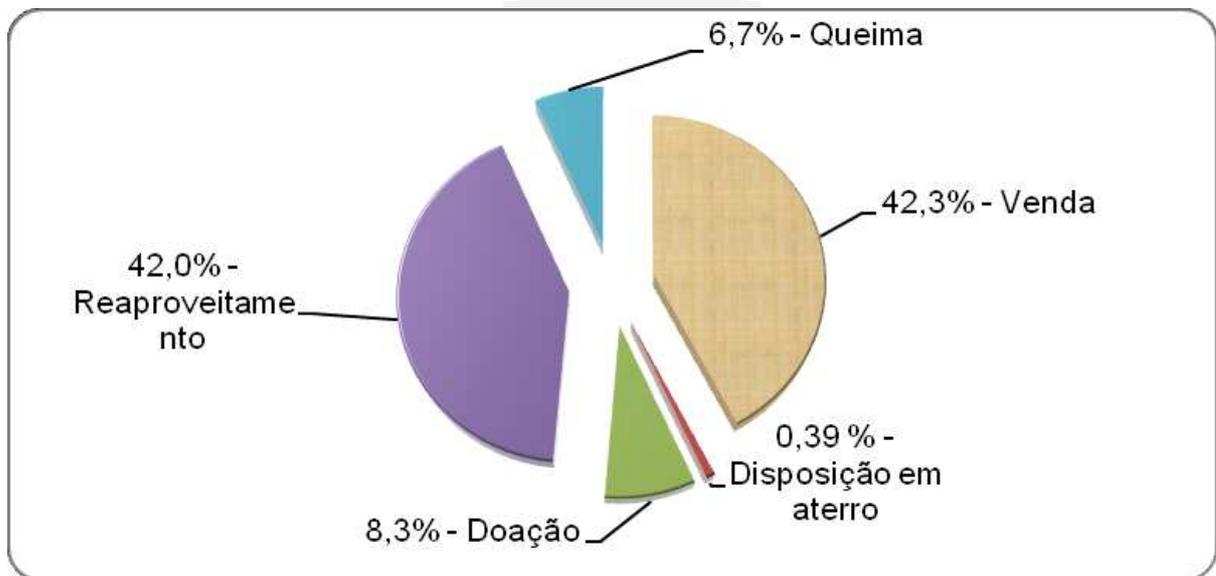
Município	MADEIRA			MDF			AGLOMERADO		COMPENSADO	
	S (m ³)	M (m ³)	R (m ³)	S (m ³)	M (m ³)	R (m ³)	S (m ³)	R (m ³)	S (m ³)	R (m ³)
Bento Gonçalves	771	930	736	297	38	283	1472	1407	19	18
Caxias do Sul	392	156	154	9	3	4	6	2	78	31
Flores da Cunha	2022	3385	463	311	551	71	277	63	10	2
Lagoa Vermelha	58	170	25	232	681	100	203	87	2	1
Totais	3243	3804	1378	849	1273	458	1958	1559	109	52

Legenda: S = Volume a granel de serragem gerada; M = Volume a granel de maravalha geradas R=retalhos gerados.

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Schneider et al. (2004).

Schneider et al. (2004) verificaram quanto ao destino ou aproveitamento destes resíduos, onde constaram que uma parcela expressiva dos resíduos, correspondente a 6,7% ainda é descartada para queima, sem aproveitamento. A outra parcela, correspondente a 8,3% dos resíduos gerados é doada, não agregando nenhum valor a estes resíduos, conforme mostra o Gráfico 01 abaixo.

Gráfico 01 – Destino de resíduo de madeira e derivados das indústrias do polo moveleiro da Serra Gaúcha.



Fonte: adaptado pelo autor com base em Schneider et al., (2004).

O Gráfico 01 mostra que mais de 50% do resíduo gerado não é reaproveitado, sendo o mesmo utilizado na queima, na venda, depositado em aterros e doados o que não agrega nenhum valor aos mesmos, além de contribuir para poluição do solo e principalmente da atmosfera, através da emissão de gases provenientes da resina dos aglomerados e do MDF, que em contrapartida causam um profundo impacto ao meio ambiente e a sociedade que nele se insere. Para melhor compreender os impactos sócio econômicos que as grandes empresas exercem sobre a sociedade o próximo subcapítulo abordará quais são os impactos que as mesmas exercem sobre a sociedade devido ao seu avanço tecnológico possibilitado pela ciência.

2.8 Impactos sócio econômico das grandes empresas na sociedade devido ao avanço tecnológico possibilitado pela ciência

Além dos aspectos ambientais da geração de resíduos sólidos gerados pelas empresas, em especial aos resíduos de madeira já explanados nos capítulos anteriores, também é interessante ressaltar os aspectos sócio econômicos e principalmente sociais que uma grande empresa pode ou não oferecer a sociedade (FURUCHO e AGUIAR, 2006).

A sociedade vem se desenvolvendo de maneira impressionante devido aos grandes avanços tecnológicos proporcionados pela ciência. À medida que a ciência avança, ela modifica a sociedade, modificando a maneira de viver, seja essa forma social, econômica, cultural ou política (FURUCHO e AGUIAR, 2006).

Um dos maiores exemplos de como a ciência é capaz de interagir em nossas vidas são as organizações modernas. Essas organizações surgem para produzir bens e serviços resultantes de inovações tecnológicas, culturais, sociais, econômicas preconizadas por projetos científicos que fazem com que a época atual seja totalmente diferente do que foi no passado (CHIAVENATO, 2004).

Segundo Morin (2000), esse é um dos objetivos da ciência, resolver enigmas, dissipar mistérios e dessa forma satisfazer necessidades sociais e, assim, desabrochar a civilização, fazendo com que as mesmas comecem a analisar o presente e prospectar um futuro melhor.

O que deve ser observado são as consequências desse avanço tecnológico, pois as grandes empresas não são apenas locais de trabalho, para os quais se desenvolvem bens e serviços, mas também ambientes onde interagem seres humanos e se criam relações sociais complexas entre os indivíduos, empresa, e a sociedade. Assim, as organizações desenvolvem ideologias cheias de positivismo que influenciam a forma dos indivíduos e a sociedade perceberem sua existência. Dessa forma, as grandes corporações se justificam, criando o mito do “desenvolvimento”, impondo uma falsa ética que lhes permite intervir dentro da sociedade da maneira que seja a mais conveniente (FREITAS, 2005).

Outra consequência do avanço da ciência é a consolidação do capitalismo. Com a industrialização e a mecanização rural, e conseqüente êxodo rural, a urbanização das sociedades foi inevitável. Com essa crescente urbanização é necessário investimento em infra-estrutura e as populações mais marginalizadas, que não possuem condições de pagar por esta estrutura, são obrigadas a se mudarem para áreas mais periféricas sem muitas alternativas de vida (FURUCHO e AGUIAR, 2006).

À medida que estas empresas geram empregos e renda para os municípios, estados e países onde se instalam, se tornam fundamentais para a sobrevivência destas sociedades, e a partir daí começam a assumir atividades que antes eram apenas desempenhadas pelo estado, como auxílio moradia, ajudar a manter escolas e hospitais, etc. Essas acabam expandindo sua esfera de influência, que além de ser social e econômica, passa a ser política e cultural (FREITAS, 2005).

Pode-se verificar algo análogo no pensamento de Edgar Morin (2000, p.22-23), quando ele diz: “a ciência seja “verdadeira” nos seus dados (verificados, verificáveis), sem que por isso suas teorias sejam “verdadeiras”.

De fato, as grandes organizações são importante para geração de empregos e no ambiente econômico-social, isso é verdadeiro. Mas não se pode acreditar que o verdadeiro objetivo das empresas seja promover a cidadania, isso não passa de um discurso demagogo com um apelo extremamente comercial e interesseiro (FREITAS, 2005).

Muitas empresas que são extremamente importantes dentro de uma comunidade, do ponto de vista social e econômico, tomam decisões absurdas, tais como: largar poluentes no ar, rios e solo para atender sua necessidade básica, que é produzir bens e serviços com a finalidade do lucro. É necessário avaliar as conseqüências do chamado “desenvolvimento” saindo apenas da esfera social e econômica, que segundo Morin (2000):

Vivemos durante dezenas de anos com a evidência de que o crescimento econômico, por exemplo, traz ao desenvolvimento social e humano aumento da qualidade de vida e de que tudo isso constitui o progresso. Mas começamos a perceber que pode haver dissociação entre quantidade de bens, de produtos, por exemplo, e qualidade de vida; vemos, igualmente, que, a partir de certo limiar, o crescimento pode produzir mais prejuízos do que bem-estar e que os subprodutos tendem a tornar-se os produtos

principais. Portanto, a palavra progresso não é tão clara quanto parece (MORIN, 2000, p.95).

Olhar a importância de uma empresa apenas sob o aspecto econômico gera o mesmo problema que o método científico trás ao conhecimento. Ao mesmo tempo em que o conhecimento científico gera a especialização do trabalho, que permite o desenvolvimento do conhecimento, produz regressão, no sentido que os conhecimentos fragmentados e não comunicantes que progridem significam, o progresso de um conhecimento mutilado segundo Morin (2000). Não se podem justificar os problemas ambientais e sociais que uma empresa proporciona só pelo fato dela ser economicamente importante. No próximo subcapítulo será abordado aspectos de modo geral sobre as empresas de aglomerados no Brasil que produzem chapas de aglomerado, identificando capacidade de produção, geração de postos de trabalho, dentre outras características pertinente para melhor compreensão deste trabalho.

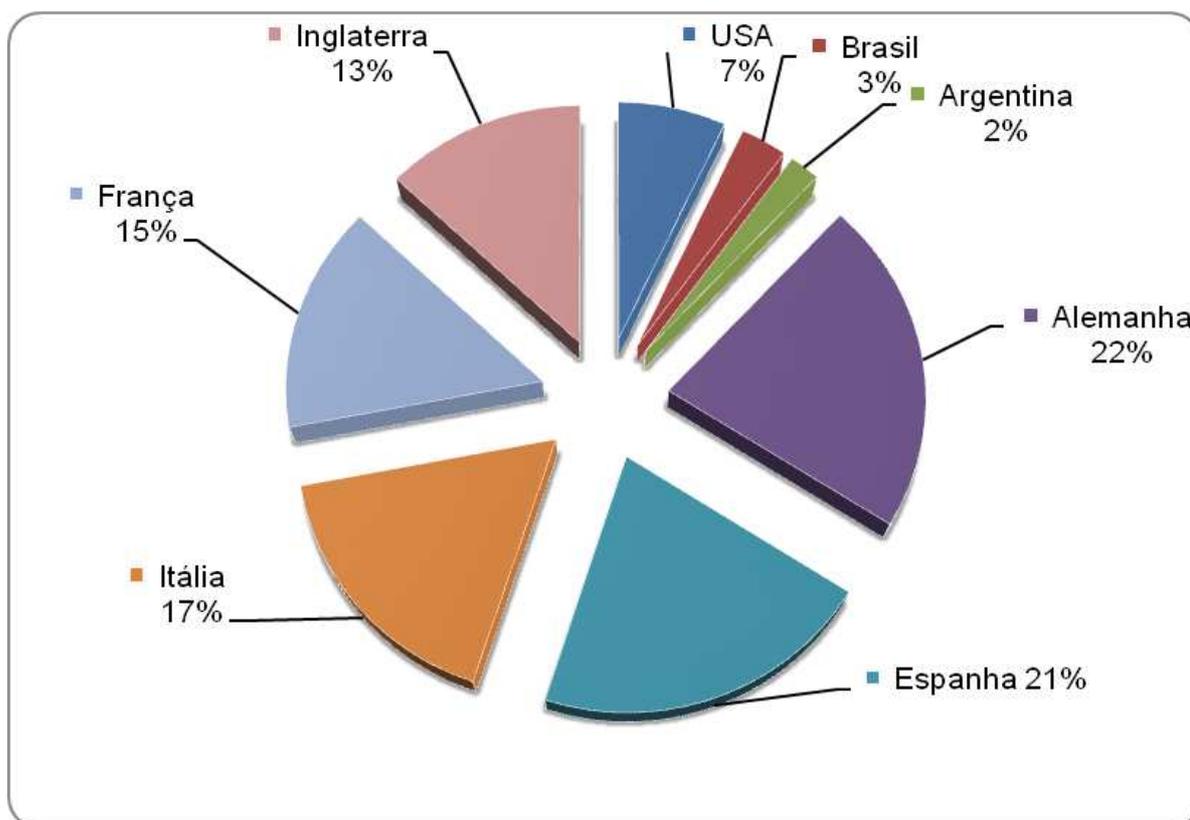
2.9 Indústria de Aglomerados no Brasil

De acordo com a Abipa (2012), suas empresas associadas geram em torno de 30.000 postos de trabalho, suas empresas são consideradas de grande porte e seus escritórios e fábricas estão localizados nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No ano de 2010, a produção brasileira atingiu os 6,4 milhões de metros cúbicos. A tendência com os previstos na ordem de US\$ 1,2 bilhões no triênio 2007/2010 é que a capacidade instalada no Brasil dê um salto extraordinário de 6,0 milhões m³ em 2007 para 10,3 milhões de metros cúbicos anuais em 2012.

O Brasil está entre os países de melhores fabricantes de painéis de madeira reconstituída do mundo, possui maior volume de fábricas de última geração com constantes investimentos em tecnologia e automação. As empresas possuem parques industriais modernos, atualização tecnológicas de suas plantas, novos processos de impressão, revestimento e pintura, bem como implantação de linhas contínuas de produção o que tornam as empresas mais versáteis (ABIPA, 2012).

O Gráfico 02 mostra o consumo per capita de MDP $m^3/1000$ habitante no ano de 2006 nos países da Europa e América Latina, somando seus principais países (Alemanha, Espanha, Itália, França e Inglaterra) obtiveram um consumo per capita de 88%, enquanto que os países da América Latina (Brasil, USA e Argentina), obtiveram um consumo per capita de 12%.

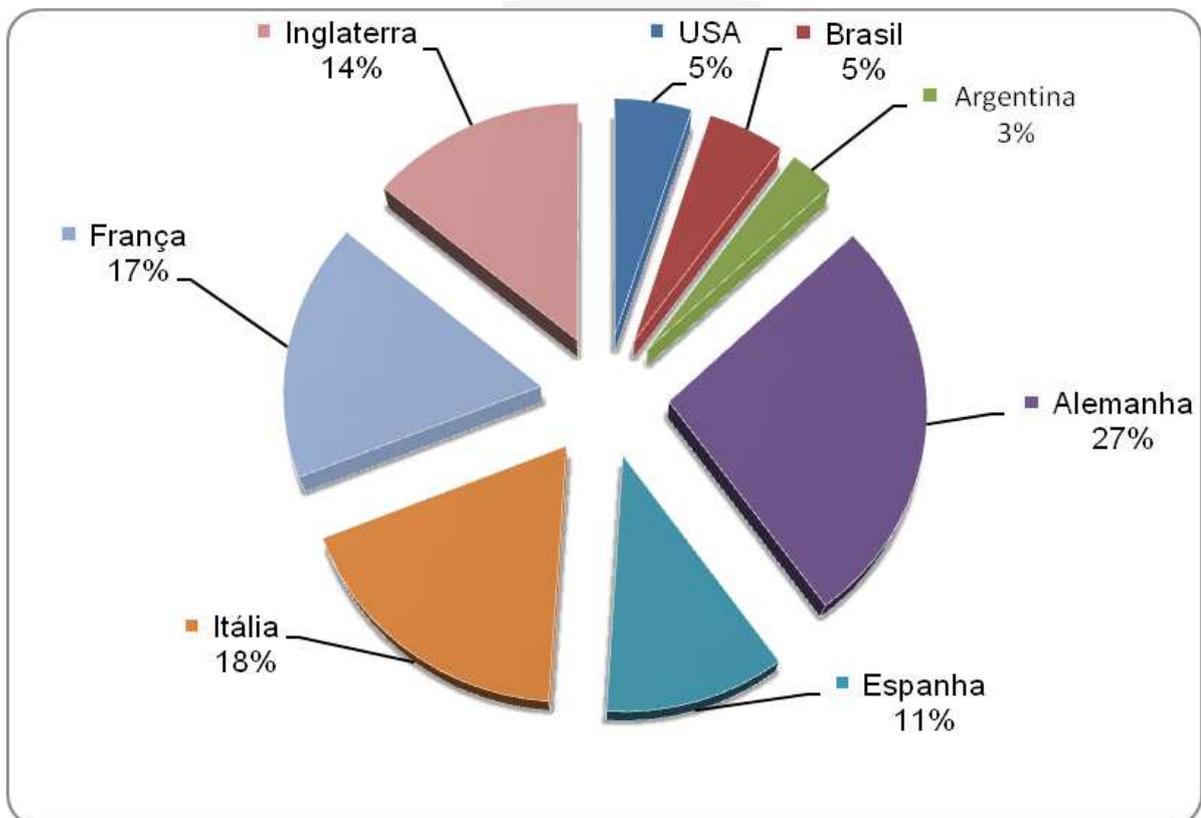
Gráfico 02 – Consumo Per capita MDP 2006 $m^3/1000$ Hab.



Fonte: ABIPA (2012)

Já o Gráfico 03 mostra o consumo per capita de MDP $m^3/1000$ habitante no ano de 2009 nos países da Europa e América Latina, somando seus principais países (Alemanha, Espanha, Itália, França e Inglaterra) obtiveram um consumo per capita de 87%, enquanto que os países da América Latina (Brasil, USA e Argentina), obtiveram um consumo per capita de 13%, o Brasil teve um aumento no seu consumo de 2%, passando de 3% para 5%.

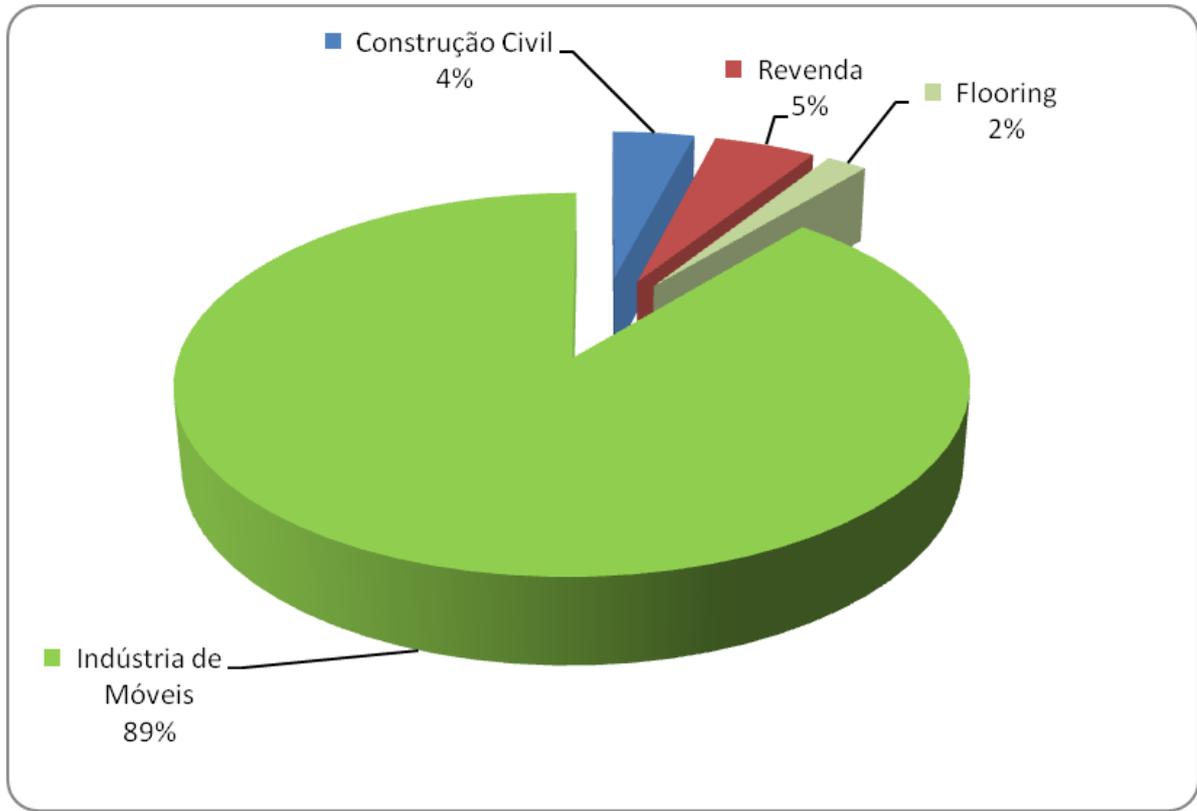
Gráfico 03 – Consumo Per capita MDP 2009 $m^3 / 1000$ Hab.



Fonte: ABIPA (2012)

Enquanto que o Gráfico 04 mostra a aplicação doméstica do MDP, se observa que 89% é destinado as fábricas de móveis, para fabricação de diversos tipos de móveis (série, sob medida, modulado, etc.), 5% é revendido, 4% é utilizado na construção civil e 2% é utilizado em *Flooring*.

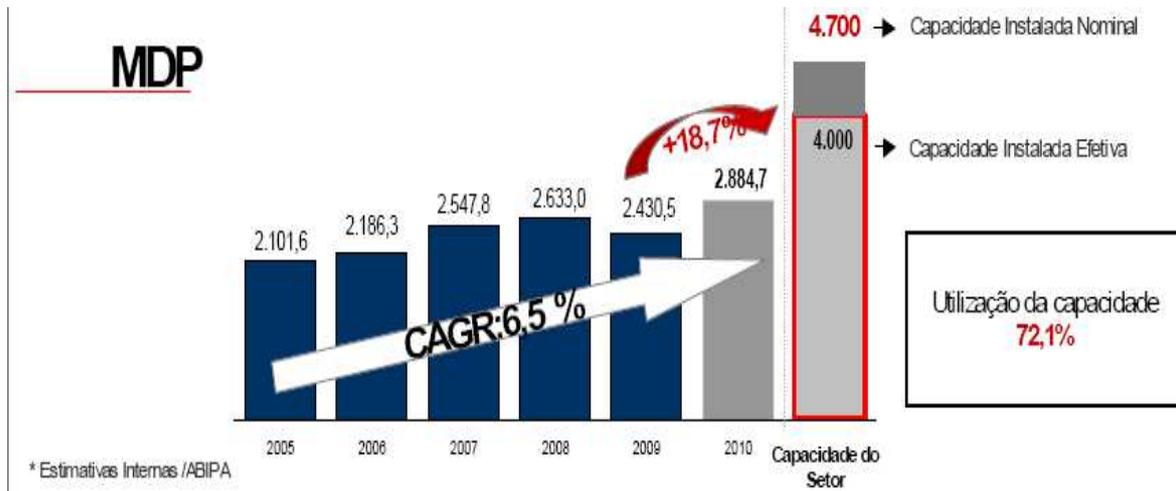
Gráfico 04 – Aplicação doméstica MDP



Fonte: ABIPA (2012)

Conforme Carnos (1998), as indústrias de aglomerados no Brasil, se tornaram um parque Industrial de muita representatividade, as quais produzem uma matéria-prima de altíssima qualidade e, a indústria moveleira passou por um grande desenvolvimento e aperfeiçoamento de seu processo produtivo, tornando uma competição positiva por parte dos fabricantes de móveis, em termos principalmente de qualidade e custos, causando reflexos entre os produtores de madeira aglomerada. A Figura 4 nos mostra as capacidades nominais instaladas no Brasil de MDP.

Figura 4 – Capacidade de MDP no Brasil



Fonte: ABIPA (2012).

Como podemos observar na Figura 4 de 2005 a 2010 houve um aumento considerável da capacidade efetiva instalada de plantas de aglomerado no Brasil a qual atingiu 72,1%. No próximo subcapítulo serão abordadas as matérias-primas provenientes da madeira reconstituída (aglomerado).

2.9.1 Matéria-prima madeira reconstituída (aglomerado)

De acordo com Maloney (1993) o aglomerado é um painel constituído de material lignocelulósico (geralmente de madeira) que é formado por pequenas partículas de fibras com resina sintética combinada, ou através de outro adesivo adequado, os quais são grudados e colados por um processo de pressão e temperatura em uma prensa quente.

As chapas de aglomerado segundo Maloney (1993) incluem em suas propriedades testes de capacidade de fixação, solidez, reação e absorção de água, condições de umidade, reação à mudança, bem como das mudanças causadas pela exposição às diversas condições climáticas. Essas propriedades são imprescindíveis para determinação da qualidade do produto e para a aceitação do consumidor final.

No Brasil estes painéis de madeira são atualmente produzidos com cultivo de florestas de eucalipto e pínus, suas florestas plantadas permitem o uso de madeira em larga escala, reduzindo a pressão sobre as florestas nativas, sendo denominado assim um produto ecologicamente correto (ABIPA, 2012).

Conforme Maloney (1993), as principais matérias-primas utilizadas para fabricação de chapas de aglomerado são: rejeitos de madeira serrada, toras de madeira, aparas, resíduos de processamento de madeira, serragem de corte com serra, serragem seca derivada de cores e usinagem de madeiras, resíduos de compensados (pó de lixamento, aparas, etc.) bem como lâminas de madeira serrada (seca).

Já Iwakiri (2005) cita os principais componentes que são utilizados e compõem a fabricação de painéis de madeira aglomerada: resina, madeira e catalisador. Além destas matérias-primas, também utilizam a emulsão de parafina, produtos que preservam a madeira dos fungos e insetos e retardante de fogo.

Na Europa já existem estudos que contemplam outros resíduos de plantas anuais, tais como: caules de uva videira, casca de arroz, talos de palma e palhas de cereais de pequeno porte (palha de arroz) são matérias de baixo custo e muito valiosos para utilização na fabricação de aglomerado, reduzindo a demanda de madeiras e conseqüentemente melhorando o ambiente (SAMPATHRAJAN et al., 1992; KOZLOWSKI e HELWIG, 1998).

Como resultado muitas pesquisas têm sido focadas em fazer partículas utilizando a palha arroz, talos de algodão, bagaço de cana (HESLOP, 1997; PAN e CATHCART, 2004), palha de trigo (HAN et al., 1998; WANG e Sun, 2002; MO et al., 2003), caules de girassol (KHRISTOVA et al., 1998), cascas e espigas de milho (SAMPATHRAJAN et al., 1992). No próximo subcapítulo serão abordados os tipos de resina utilizados para fabricação das chapas de aglomerado.

2.9.2 Resina utilizada nas chapas de aglomerado

Otero (1981) destaca que as resinas sintéticas foram consideradas o principal fator de desenvolvimento das indústrias de chapas de madeira, sendo que antes eram utilizadas resinas naturais cuja sua aplicação não é satisfatória. As resinas sintéticas possuem alguns subtipos, tais como: fenol/formaldeído, ureia/formaldeído, melamina/formaldeído e poli-isocianato. As indústrias de chapas utilizam a ureia/formaldeído (UF) que é a principal resina utilizada, a qual resulta de reações químicas entre a ureia e o formaldeído (Formol).

Para Sellers (2002) uma grande quantidade de adesivos tem que ser utilizada na indústria de aglomerados para produzir produtos de alta qualidade, esses adesivos atingem até 32% dos custos de produção na indústria de compósitos colados em madeira. A uréia/formaldeído tem sido matéria-prima importante para confecção do adesivo na fabricação de chapas, apesar de o formaldeído contendo resina é amplamente utilizado hoje na fabricação de painéis, cientistas estão buscando sistemas de adesivos alternativos devido à natureza altamente tóxico de formaldeído (PENG et al., 1997). Além disso, a sua compatibilidade com palha de trigo era pobre, devido à relativa alta de extrativos, como a cera e substância alcalina na superfície da palha de trigo (HELSLOP, 1997; VICK, 1999).

Os custos e tipos de adesivos são de muita preocupação na indústria de aglomerado. Portanto, há um interesse significativo para substituir parcial ou totalmente os adesivos usados atualmente com adesivos sintéticos mais baratos e ambientalmente mais sustentáveis (ZHOU e MEI, 2000).

Entre os vários produtos naturais tais como: proteína de soja foi encontrado um papel crescente na indústria de adesivos, e ele pode vir a se encontrar um nicho na indústria de aglomerado também. Zhong et al. (2002) utilizou cloridrato de guanidina para desnaturar proteínas de soja e obteve um adesivo apropriado para partículas de fibra. Mo et al. (2001) utilizou proteína de soja modificada com hidróxido de sódio, ureia e ácido sulfônico dodecilbenzeno de partículas de ligação. Já Kreibich (2001) utilizou hidrolisadas frações de proteínas de soja comercial com ácido e catalisadores alcalinos, fornecendo uma mistura de polipeptídeos

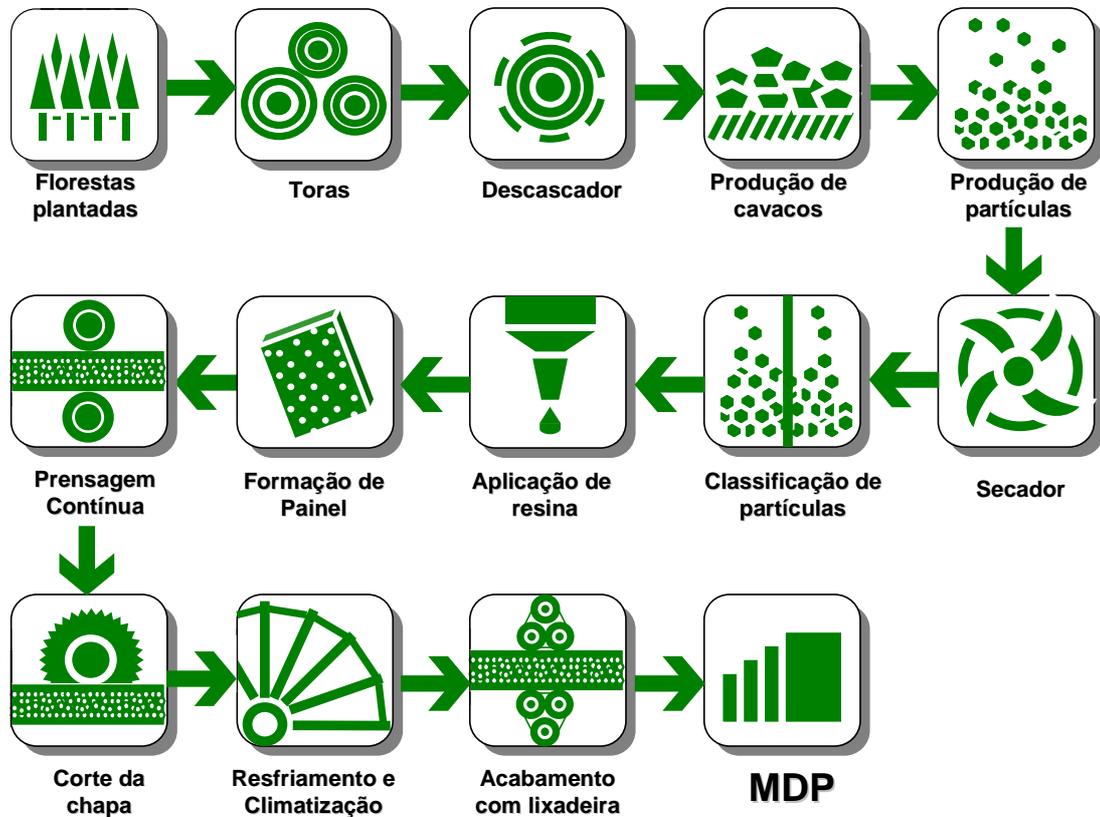
oligoméricos e aminoácidos com viscosidade e reatividade adequada para incorporação de adesivos para madeira fenólicos.

Ainda Mo et al. (2003) estudaram as propriedades de palha de trigo partículas coladas com farinha de soja e proteína isolada de soja, eles descobriram que o adesivo à base de soja mostrou resistência mecânica igual ou melhor do que as resinas de uréia-formaldeído com partículas feitas de palha branqueada. Devido à sua baixa resistência à água, relatou força adesiva relativamente baixa, onde pode concluir que as proteínas de adesivos a base de soja ainda não tenham um desempenho muito bom no mercado. No próximo subcapítulo serão abordados o fluxograma do processo da cadeia produtiva dos painéis de aglomerado, bem como da matéria-prima utilizada para geração de partículas que darão origem as chapas de aglomerados propriamente ditas.

2.10 Fluxograma da cadeia produtiva de painéis de aglomerado e a matéria-prima para geração de partículas

Conforme Teixeira (2011), o MDP é um tipo de chapa produzido a partir de partículas de resíduos de serrarias, de toras ou de outras madeiras. São utilizados predominantemente no processo, madeiras moles e também podem ser utilizadas madeiras duras com êxito. As partículas passam por meio de peneiras e classificadores pneumáticos, seus tamanhos são controlados de modo que o colchão resultante passa a ser formado por camadas de partículas grandes no miolo e de partículas mais finas na superfície, conforme pode-se verificar no fluxograma apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma da cadeia produtiva de painéis de MDP



Fonte: Teixeira (2011).

A principal matéria prima utilizada na planta industrial de MDP é proveniente de florestas de pinos e eucalipto, onde a madeira é fornecida em forma de toras com casca, conforme pode-se observar na Figura 6 abaixo, a qual mostra uma floresta de eucalipto de propriedade da empresa (TEIXEIRA, 2011).

Figura 6 – Toras de eucalipto e a floresta de eucalipto



Fonte: Teixeira (2011).

Também estão incluídos no processo as costaneiras e outros resíduos diversos, tais como: serragem, cavacos e demais resíduos moveleiros (retalhos de madeira) provenientes das indústrias de móveis conforme mostra na Figura 7 abaixo (TEIXEIRA, 2011).

Figura 7 – Resíduos de indústrias de móveis



Fonte: do Autor.

Para um melhor controle de umidade, as toras de madeira são cortadas em um comprimento de 6 metros e armazenadas no pátio da empresa (FIGURA 8) a qual garante o range de umidade da entrada do secador obtendo uma variância de 60 a 110% (TEIXEIRA, 2011).

Figura 8 – Torras de madeira depositadas no pátio da empresa



Fonte: do Autor.

Já as cascas de madeira são utilizadas na planta para geração de energia térmica e os resíduos (serragens e maravalhas) decorrentes dos diferentes tipos de corte das serrarias, são armazenados em depósitos cobertos (FIGURA 9) e posteriormente são encaminhados para peneiras (TEIXEIRA, 2011).

Figura 9 – Resíduos (serragens e maravalhas) proveniente de serrarias



Fonte: do Autor.

Para se utilizar os resíduos moveleiros, bem como os resíduos florestais, tais como: refilos, cascas, cepinhos, costaneiras e aparas, os mesmos são armazenados e posteriormente passam por uma fase de exclusão de contaminantes metálicos, a qual é utilizada um detector de metais e, o material que se encontra isento de metais segue para a rota de abastecimento que é movido por uma moega aérea (sistema de transporte aéreo dos resíduos de cavacos que não estão contaminados com metais e outras impurezas), o qual envia o material diretamente para o silo “zero” exclusivo de material seco (TEIXEIRA, 2011). O próximo capítulo abordará a metodologia utilizada para coleta dos dados da referida pesquisa.

3 METODOLOGIA

Nesse item foram abordados quais os tipos de pesquisa utilizados neste estudo, objetivando, mostrar também os demais procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da descrição e do diagnóstico da empresa pesquisada.

3.1 Delineamento da Pesquisa

Segundo Vergara (2000), existem dois critérios básicos para definir o tipo de pesquisa:

- ✓ quanto aos fins;
- ✓ quanto aos meios.

Quanto aos fins, este trabalho pode ser considerado como pesquisa aplicada, por compreender que este método é usado para resolver problemas concretos, mais imediatos ou não, tendo uma finalidade prática, sendo o método mais adequado para utilização do tema em questão. A pesquisa em questão é de caráter predominantemente qualitativa.

3.2 Meios de Investigação

Quanto aos meios, foram utilizados os seguintes métodos de pesquisa, de acordo com Vergara (2000):

- ✓ Pesquisa bibliográfica;
- ✓ Pesquisa documental;
- ✓ Estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica foi utilizada, porque no desenvolvimento do referencial teórico, foi baseado em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, materiais de fontes primárias ou secundárias importantes para fundamentação teórica do trabalho.

A pesquisa documental tem acesso restrito e é obtida através de dados não tratados, a mesma, segundo Vergara (2000) é baseada em informações de documentos não científicos localizados em órgãos públicos ou privados.

Segundo Gil (1999) a pesquisa documental se divide em dois tipos de documento: os documentos de primeira mão, que não recebem qualquer tratamento analítico, tais como: documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, gravações, etc; e os documentos de segunda mão, que de alguma forma já foram analisados, tais como: relatórios de pesquisa, relatórios de empresa, tabelas estatísticas, etc.

O estudo de caso é circunscrito a uma ou poucas unidades de análise, entendidas como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país de acordo com Vergara (2000).

Já Gil (1999) define o estudo de caso como sendo um estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, permitindo um conhecimento amplo e detalhado do mesmo.

A presente pesquisa apresenta duas unidades de análise (Indústria de Aglomerados e Indústria de Móveis).

3.3 Método para coleta dos dados da pesquisa

A coleta dos dados da referida pesquisa foi dividida para cada objetivo específico descrito na introdução do referido trabalho e estão descritos nos próximos subítens.

3.3.1 Possíveis materiais (resíduos) com potencial para o reaproveitamento através de fornecedores das indústrias moveleiras

Para identificar os materiais (resíduos) com potencial para reaproveitamento, primeiramente foi utilizado duas empresas do ramo moveleiro da região do Vale do Taquari, que foram identificadas como Planta Piloto “A” e Planta Piloto “B”, as quais foram adotadas como planta piloto para as demais indústrias de móveis da referida pesquisa.

Nessas duas empresas foram realizadas várias visitas no período de outubro a novembro de 2011, onde foram observados alguns processos de produção, tipos de máquinas utilizados no processo, bem como os diferentes tipos de corte da madeira.

Após as análises realizadas nas referidas empresas foi elaborado um questionário para entrevista (ANEXO 1), O qual serviu de base para as Indústrias de móveis que foram selecionadas, primeiramente em função de estudos realizados por Moraes (2002), onde demonstrou que mais de 70% das Indústrias de móveis estão situadas na região de Bento Gonçalves e em um segundo momento foi realizado uma pesquisa de indústrias de móveis através do SINDMÓVEIS (Sindicato das Indústrias do Mobiliário) de Bento Gonçalves – RS.

Para realização desta pesquisa foi utilizado um filtro e selecionadas somente empresas que utilizam como matéria-prima chapas de MDP e MDF e classificadas conforme critérios da Tabela 8 do SEBRAE abaixo:

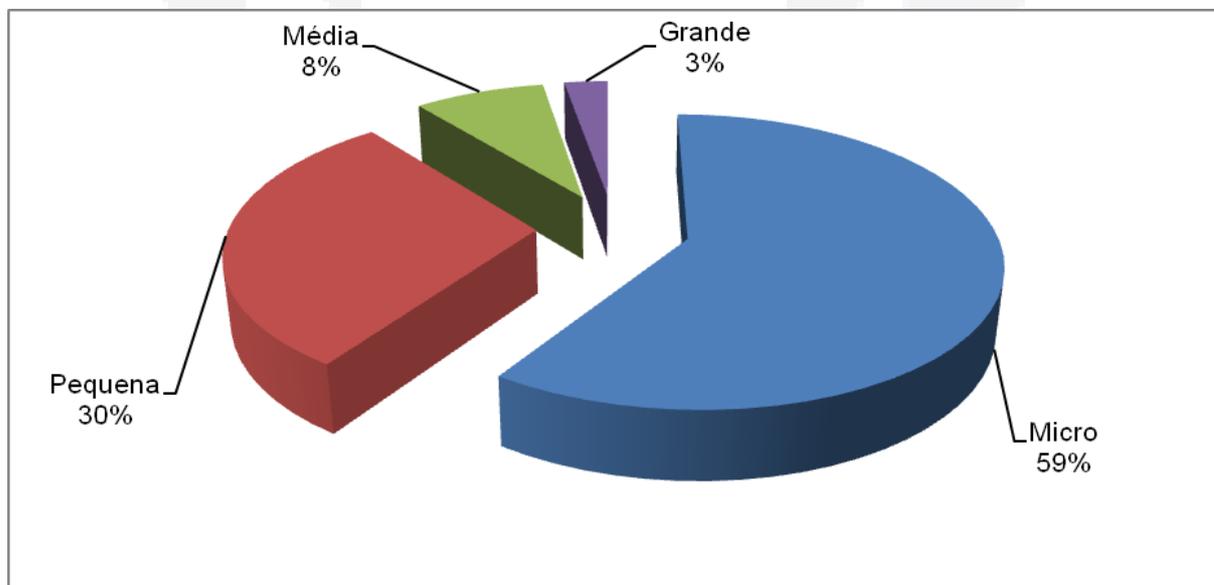
Tabela 8 – Tabela de classificação de empresas conforme critérios do Sebrae

Legenda (Porte)	
Funcionários	Porte
até 19	Microempresa
até 99	Pequena
até 499	Média
acima 500	Grande

Fonte: SEBRAE (2011).

De acordo com SINDMÓVEIS (2011) há só no município de Bento Gonçalves cerca de 117 empresas que utilizam como matéria-prima o MDP e o MDF as quais estão classificadas segundo critérios do SEBRAE em: Microempresa, Pequena, Média e Grande conforme mostra o Gráfico 05 abaixo, sendo que a microempresa representa 59% (70 empresas), a pequena empresa 30% (35 empresas), a média empresa 8% (9 empresas) e a grande empresa 3% (3 empresas).

Gráfico 05 – Gráfico das empresas selecionadas através do site do SINDMÓVEIS.



Fonte: SINDMÓVEIS (2011)

Para se ter uma melhor representatividade, foram selecionadas para entrevista quatro empresas do ramo moveleiro do Polo industrial de Bento Gonçalves, sendo uma pequena, uma microempresa, uma média empresa e uma

grande empresa, as quais serviram como base para projeção proporcional conforme Gráfico 05 das empresas identificadas no site do SINDMÓVEIS (2011).

Após a seleção das empresas foi elaborado uma carta de apresentação (Anexo 2) juntamente com o orientador e co-orientador, a qual foi assinada pelo Pró-Reitor de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação, juntamente com o Coordenador do PPGAD.

Assinada a carta, foram realizados vários contatos com o Sindmóveis de Bento Gonçalves, onde o mesmo selecionou quatro empresas solicitadas conforme classificação do SEBRAE para mandar via e-mail a carta de apresentação da pesquisa. Na carta de apresentação foi colocado que as empresas selecionadas teriam a sua identidade preservada.

Após vários contatos com o Sindmóveis (por telefone e via e-mail), o mesmo enviou via e-mail quatro empresas solicitadas para realizar a pesquisa sendo assim denominadas e classificadas de acordo com a classificação e denominação do SEBRAE:

- ✓ Microempresa: número de empregados igual a 19;
- ✓ Pequena: número de empregados igual a 95;
- ✓ Média: número de empregados igual a 254;
- ✓ Grande: número de empregados superior a 500.

No mês de outubro de 2011 foi enviado via e-mail a carta de apresentação (ANEXO 2) para as referidas empresas, onde as primeiras empresas que deram o retorno foi a “pequena” e a “média”, as quais foi marcado a entrevista para a segunda quinzena do mês de Novembro de 2011.

Na segunda quinzena do mês de novembro foi realizada a visita e entrevista com a empresa “pequena” e com a empresa “média”, onde foram observados diversos aspectos conforme Anexo 1 (questionário para entrevista). No mês de dezembro de 2011, foi realizada a entrevista com a “microempresa” e em março de 2012 com a “grande” empresa.

3.3.2 Quantificação dos resíduos identificados para reaproveitamento

A quantificação e identificação dos possíveis resíduos para reaproveitamento foram adquiridas através da entrevista com as empresas selecionadas conforme Anexo 1, onde as mesmas foram obtidas através das informações das 4 empresas pesquisadas e projetados proporcionalmente conforme Gráfico 05, para as demais empresas conforme percentual de aproveitamento das matérias-primas e o volume em m³ consumidos nos anos de 2010 e 2011. Também foi separado, conforme o Anexo 1 do questionário da entrevista qual o tipo de matéria-prima utilizada nas empresas de painéis de MDP (*Medium Density Particleboard*) e MDF (*Medium Density Fiberboard*).

3.3.3 Quantidade de matéria-prima virgem X quantidade de matéria-prima reciclada

A quantidade de matéria-prima virgem, bem como a quantidade de matéria-prima reciclada foi levantada através de relatórios gerenciais do processo de produção da empresa de Aglomerados, onde foi feito um levantamento dos anos de 2010 e 2011 de quanto à empresa consumiu em m³ de matéria-prima virgem (Eucaliptos e Pinos), material reciclado (serragem e cavacos) das serrarias e material reciclado (serragem e cavacos) das indústrias moveleiras. Tanto para fabricação de chapas de aglomerado, quanto para queima na caldeira (biomassa).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo será abordado os resultados e discussão da pesquisa desde as empresas denominadas “plantas piloto” até as empresas de pequeno porte, microempresa, média empresa e também a grande empresa conforme metodologia, os quais serão identificados e quantificados os resíduos de madeira gerados no processo de produção, bem como sua destinação final.

4.1 Identificação dos resíduos das indústrias de móveis pesquisadas

4.1.1 Planta piloto “A”

A empresa classificada como planta piloto “a” possui 27 empregados e está classificada, conforme os critérios do SEBRAE como Microempresa, a mesma fabrica móveis em série exclusivamente para banheiros, sua matéria-prima é o MDF e atua no mercado a mais de 10 anos.

Os resíduos de madeira foram identificados e classificados conforme Figura 10, onde mostra o pó de madeira e a serragem que são gerados através das máquinas (plaina e demais máquinas de acabamento) que fazem o desbaste e o lixamento das chapas de MDF.

Figura 10 – Pó e serragem de madeira proveniente das plainas e máquinas de acabamento da Planta Piloto “A”



Fonte: do Autor.

A Figura 11 identifica os resíduos de madeira (retalhos) que são provenientes dos diferentes tipos de corte das máquinas do processo de produção da Planta Piloto “A”, os mesmos são armazenados em sacos e posteriormente transferidos para um depósito para posterior recolhimento.

Figura 11 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da Planta Piloto “A”



Fonte: do Autor.

Conforme verificação “*in loco*” e através das informações de seu sócio proprietário, a empresa possui máquinas importadas bem avançadas onde podemos observar na Figura 12 uma máquina que faz os diversos tipos de corte das chapas de MDF de diversos tamanhos conforme tipo de móvel determinados na linha de produção.

Figura 12 – Máquina de corte de chapas utilizadas no processo de produção da Planta Piloto “A”.



Fonte: do Autor.

A Figura 13 mostra uma lixadeira totalmente automatizada que faz o lixamento e o acabamento final das chapas de MDF. Com o processo e as máquinas utilizadas a empresa obtém um aproveitamento das chapas de até 97%, sendo que 3% sobra e é considerado como resíduo. Destes 3%, 1% do resíduo são em forma de pó e serragem, proveniente dos processos de lixação e acabamento das chapas e 2% do resíduo é em forma de retalhos gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas.

Figura 13 – Lixadeira para acabamento das chapas totalmente automatizada da Planta Piloto “A”



Fonte: do Autor.

A empresa possui um sistema de captação de resíduos de madeira (pó e serragem) diretamente nas máquinas que fazem a lixação e acabamento dos móveis onde os mesmos são sugados pela tubulação conforme mostra na Figura 14 e posteriormente são coletados e armazenados num silo (FIGURA 15), onde o caminhão encosta para fazer o carregamento do resíduo.

Figura 14 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da Planta Piloto “A”.



Fonte: do Autor.

Figura 15 – Silo do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas para a coleta da Planta Piloto “A”.



Fonte: do Autor.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, as chapas de MDF compradas possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,83 m e a compra é feita através de um único fornecedor. A Tabela 9 mostra a quantidade de chapas consumidas nos anos de 2010 e 2011, bem como o percentual de perda dos resíduos, tipo de resíduo gerado e a quantidade a granel em m³.

Tabela 9 – Tabela quantidade e tipos de resíduo de madeira da Planta Piloto “A”

matéria- prima utilizada	Consumo anual		Total de volume gerado (m3)		Total de Resíduo	
	2010 (m3)	2011 (m3)	Total (m3)	% perda	SP (m3)	R (m3)
MDF	326,11	652,22	978,33	3	9,78	19,57
MDP	-	-	-	-	-	-

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R = retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade).

Fonte: do Autor.

Conforme Tabela 9, a planta piloto “A”, gerou nos anos de 2010 e 2011 um total de 29,35 m³ de resíduo de chapas de MDF, sendo destes 9,78 m³ de serragem/pó e 19,57 m³ de retalhos. Este volume equivale a aproximadamente um caminhão truck e um caminhão toco de resíduo por ano, onde a destinação deste resíduo é 100% doado para olarias da região. Analisados os dados referentes a planta piloto “a”, passa-se para análise dos dados referentes a empresa classificada como planta piloto “b”.

4.1.1 Planta piloto “B”

A empresa classificada como Planta Piloto “B” possui 5 empregados e está classificada, conforme os critérios do SEBRAE como Microempresa, a mesma fabrica móveis sob medida para banheiros, quartos, escritórios e cozinhas, conforme a necessidade do cliente, sua matéria-prima é o MDF e atua no mercado a mais de 25 anos.

Os resíduos de madeira foram identificados e classificados conforme Figura 16, onde mostra o pó de madeira e a serragem que são gerados através das máquinas (plaina e demais máquinas de acabamento) que fazem o desbaste e o lixamento das chapas de MDF.

Figura 16 – Pó e serragem de madeira proveniente das plainas e máquinas de acabamento da Planta Piloto “B”



Fonte: do Autor.

Já a Figura 17 identifica os resíduos de madeira (retalhos) que são provenientes dos diferentes tipos de corte das máquinas do processo de produção da Planta Piloto “B”, os mesmos são armazenados em tambores e posteriormente transferidos para um depósito para serem recolhidos.

Figura 17 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da Planta Piloto “B”



Fonte: do Autor.

Conforme verificação “*in loco*” e através das informações de seu sócio proprietário, a empresa possui diferentes tipos de máquinas que permitem realizar diversos tipos de cortes e acabamentos diferentes. Por se tratar da fabricação de móveis sob medida, ou seja, o cliente que define como vai querer seu móvel, esta empresa possui um aproveitamento das chapas de até 85%, sendo 15% sobra e é considerado como resíduo. Destes 15% de resíduo gerado, 0,5% é pó e serragem, proveniente dos processos de lixação e acabamento e 14,5% do resíduo é em forma de retalhos gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas.

Para se ter um maior aproveitamento dos seus resíduos de madeira, esta empresa produz e vende troféus de madeira, conforme mostra na Figura 18, onde a mesma consegue aproveitar 67% do resíduo gerado de retalhos de MDF, sendo esta uma forma de reduzir seu resíduo, tendo um maior aproveitamento de suas chapas.

Figura 18 – Troféus fabricados com sobras de MDF da Planta Piloto “B”



Fonte: do Autor.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, as chapas de MDF compradas possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,83 m e a compra são feita através de três a quatro fornecedores. A Tabela 10 mostra a quantidade de chapas consumidas nos anos de 2010 e 2011, bem como o percentual de perda dos resíduos, tipo de resíduo gerado e a quantidade a granel em m³.

Tabela 10 – Tabela de quantidades e tipos de resíduo de madeira da Planta Piloto “B”

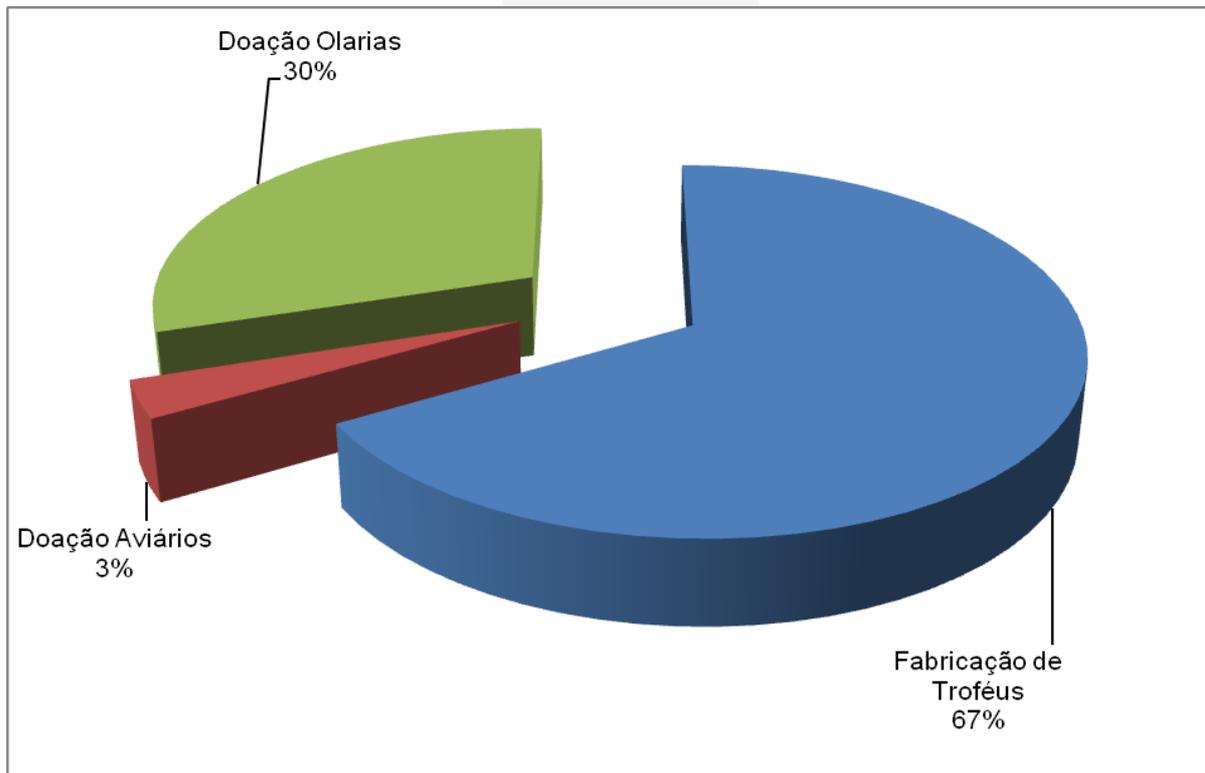
matéria-prima utilizada	Consumo anual		Total de volume gerado (m3)		Total de Resíduo	
	2010 (m3)	2011 (m3)	Total (m3)	% perda	SP (m3)	R (m3)
MDF	66,04	73,37	139,41	15	0,70	20,21
MDP	-	-	-	-	-	-

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R = retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade).

Fonte: do Autor.

Conforme Tabela 10, a planta piloto “B” gerou nos anos de 2010 e 2011 um total de 20,91 m³ de resíduo de chapas de MDF, sendo destes 0,70 m³ de serragem/pó e 20,21 m³ de retalhos. Este volume equivale a aproximadamente um caminhão truk de resíduo por ano, onde o Gráfico 06 mostra a destinação destes resíduos, dos quais 67% é aproveitado na fabricação de troféus, 30% é doado para olarias da região (retalhos) e 3% (serragem/pó) é doado para aviários.

Gráfico 06 – Destinação dos resíduos de madeira.



Fonte: do Autor.

Analisada a empresa definida como planta piloto “b”, o próximo subitem passa a analisar as empresas relacionadas no polo moveleiro de Bento Gonçalves de acordo com o SINDMÓVEIS (2011), onde a primeira empresa a ser aplicada a entrevista foi a empresa de pequeno porte.

4.1.2 Empresa de Pequeno Porte

A empresa classificada como “pequena” foi a primeira a ser feita a entrevista no polo moveleiro de Bento Gonçalves/RS, a mesma está no mercado há 26 anos, fabrica móveis em série da linha cozinha, escritório e quarto, possui 95 empregados, sendo classificada como pequena, a mesma utiliza como matéria-prima o MDF (*Medium Density Fiberboard*) e o MDP (*Medium Density Particleboard*).

Os resíduos de madeira foram identificados e classificados conforme Figura 19, onde mostra o pó de madeira e a serragem que são gerados através das máquinas (plaina e demais máquinas de acabamento) que fazem o desbaste e o lixamento das chapas de MDF e MDP, onde os mesmos são armazenados em um silo para serem carregados quando o mesmo estiver cheio.

Figura 19 – Pó e serragem de madeira no silo da empresa de Pequeno Porte



Fonte: do Autor.

Já a Figura 20 identifica os resíduos de madeira (retalhos) que são provenientes dos diferentes tipos de corte das máquinas do processo de produção, os mesmos são triturados por um triturador e posteriormente são lançados por tubulações para o silo de coleta (mesmo silo onde é armazenado o pó e a serragem).

Figura 20 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da empresa de Pequeno Porte



Fonte: do Autor.

Conforme verificação “*in loco*” e através das informações de seu encarregado, a empresa possui um sistema de captação de resíduo de duas formas: a primeira é feita através de tubulações que são acopladas na própria máquina como pode-se observar na Figura 21, onde o mesmo capta o resíduo que sobram dos processos de acabamento e lixamento e são sugados pela tubulação até o silo de coleta.

Figura 21 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da empresa de pequeno porte



Fonte: do Autor.

A segunda forma de captação de resíduo é através de um triturador, onde os retalhos e tiras da madeira que sobram dos diferentes tipos de cortes são triturados e lançados pelo mesmo sistema de tubulação para o silo de coleta conforme pode-se observar na Figura 22.

Figura 22 – Triturador de madeira (retalhos e tiras) que sobram do processo de corte das chapas da empresa de Pequeno Porte



Fonte: do Autor.

Segundo a entrevista realizada com responsável pela produção, as máquinas utilizadas no processo obtêm um aproveitamento das chapas (MDP e MDF) de 95%, tendo uma perda de 5% que é o resíduo que sobra da madeira. Destes 5%, 1% do resíduo é em forma de retalhos gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas e 4% é em forma de pó/serragem proveniente dos processos de lixação, acabamento das chapas e moagem dos mesmos no triturador.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, as chapas de MDF e MDP compradas possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,83 m e a compra é feita através de um único fornecedor para o MDF e de quatro fornecedores diferentes para o MDP. A tabela 11 mostra a quantidade de chapas consumidas nos anos de 2010 e 2011, bem como o percentual de perda dos resíduos, tipo de resíduo gerado e a quantidade a granel em m³.

Tabela 11 – Tabela da quantidade e tipos de resíduo de madeira gerados da empresa de pequeno porte em m³.

matéria- prima utilizada	Consumo anual (m ³)		Total de volume gerado (m ³)		Total de Resíduo (m ³)	
	2010 (m ³)	2011 (m ³)	Total (m ³)	% perda	SP (m ³)	R (m ³)
MDF	116,66	46,03	162,99	5	6,51	1,63
MDP	11.549,60	13.212,2	24.761,80	5	990,47	247,62

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R=retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade).

Fonte: do Autor.

Conforme Tabela 11, a empresa gerou nos anos de 2010 e 2011 um total de 8,63 m³ de resíduo de chapas de MDF, sendo destes 6,51 m³ de serragem/pó e 1,63 m³ de retalhos. Já o MDP, a mesma gerou um total de 1.238,09 m³, sendo destes 990,47 m³ de serragem/pó e 247,62 m³ de retalhos. Esses volumes equivalem a aproximadamente cinquenta e dois caminhões truck de resíduo por ano. Observa-se aqui, que a empresa não separa o MDP do MDF, onde os resíduos são triturados no triturador e sugados pela tubulação para o mesmo silo de coleta. Além dos resíduos das chapas também são adicionados na mistura selos de papel que são captados pela máquina de bordas. A destinação destes resíduos é 100% em troca de serviços com as olarias da região, onde as mesmas investiram na no sistema de captação dos resíduos na empresa em troca do fornecimento e coleta dos mesmos.

Também foi levantado na entrevista qual o consumo médio mensal de energia elétrica da empresa e se a empresa possuía algum sistema de gestão ambiental. A empresa consome aproximadamente 52.698 KW/hora de energia por mês e não possui nenhum sistema de gestão ambiental. Na sequência, será analisado os dados relativos a média empresa.

4.1.3 Média Empresa

A Média empresa foi a segunda a ser feita a entrevista no polo moveleiro de Bento Gonçalves/RS, a mesma está no mercado há 17 anos, fabrica móveis em série e sob medida da linha cozinha e quarto, possui 254 empregados, sendo

classificada como média, a mesma utiliza como matéria-prima o MDF (*Medium Density Fiberboard*) e o MDP (*Medium Density Particleboard*).

Os resíduos de madeira foram identificados e classificados conforme Figura 23, onde mostra o pó de madeira e a serragem que são gerados através das máquinas (plaina e demais máquinas de acabamento) que fazem o desbaste e o lixamento das chapas de MDF e MDP, onde os mesmos são armazenados em um silo e colocados em contêiner para depois serem recolhidos.

Figura 23 – Pó e serragem de madeira no silo da média empresa



Fonte: do Autor.

Enquanto que a Figura 24 identifica os resíduos de madeira (retalhos e tiras) que são provenientes dos diferentes tipos de corte das máquinas do processo de produção e são armazenados em um contêiner para serem recolhidos por um caminhão.

Figura 24 – Retalhos de madeira proveniente dos cortes das máquinas colocados no contêiner para coleta da média empresa



Fonte: do Autor.

Conforme verificação “*in loco*” e através das informações de seu encarregado de produção, a empresa possui um sistema de captação de resíduo de duas formas: a primeira é feita através de tubulações que são acopladas na própria máquina como pode-se observar na Figura 25, onde o mesmo capta os resíduos que sobram dos processos de acabamento e lixamento e são sugados pela tubulação até o silo de coleta.

Figura 25 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da média empresa



Fonte: do Autor.

A segunda forma de captação de resíduo é idêntica ao sistema da empresa de pequeno porte que é feita através de um triturador, onde os retalhos e tiras da madeira que sobram dos diferentes tipos de cortes são triturados e lançados pelo mesmo sistema de tubulação para o silo de coleta conforme pode-se observar na Figura 26.

Figura 26 – Triturador de madeira (retalhos e tiras) que sobram do processo de corte colocado no interior da fábrica da média empresa.



Fonte: do Autor.

A empresa possui dois silos para coleta do resíduo, um que mistura o MDP com MDF (FIGURA 23) e outro que armazena somente o MDP (FIGURA 27). Ambos são captados e condicionados por tubulações diferentes para seus respectivos silos de coleta. Além dos resíduos das chapas também são adicionados na mistura selos de papel que são captados pela máquina de bordas e lançados junto com o pó e a serragem pela tubulação.

Figura 27 – Silo do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) somente MDP de madeira nas máquinas com o container para o carregamento da média empresa.



Fonte: do Autor.

Conforme entrevista realizada com responsável pela produção, as máquinas utilizadas no processo obtêm um aproveitamento das chapas (MDP e MDF) de 94%, tendo uma perda de 6% que é o resíduo que sobra da madeira. Destes 6%, 1% do resíduo é em forma de retalhos e tiras longas e curtas gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas e 5% é em forma de pó/serragem proveniente dos processos de lixação, acabamento das chapas e moagem das mesmas no triturador.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, as chapas de MDF e MDP compradas possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,83 m, a compra é feita através de três fornecedores diferentes para o MDF e dois fornecedores diferentes para o MDP. A tabela 12 mostra a quantidade de chapas consumidas nos anos de 2010 e 2011, bem como o percentual de perda dos resíduos, tipo de resíduo gerado e a quantidade a granel em m³.

Tabela 12 – Tabela da quantidade e tipos de resíduo de madeira gerados da Média Empresa em m³

matéria- prima utilizada	Consumo anual (m ³)		Total de volume gerado (m ³)		Total de Resíduo (m ³)	
	2010 (m3)	2011 (m3)	Total (m3)	% perda	SP (m3)	R (m3)
MDF	4.172,95	3.921,66	8.094,61	6	404,73	80,95
MDP	12.760,49	4.628,72	17.389,21	6	869,46	173,89

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R=retalhos gerados; MDF=Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP= Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade).

Fonte: do Autor.

Conforme tabela 12, a empresa gerou nos anos de 2010 e 2011 um total de 485,68 m³ de resíduo de chapas de MDF, sendo destes 404,73 m³ de serragem/pó e 80,95 m³ de retalhos. Já o MDP, a mesma gerou um total de 1.043,35 m³, sendo destes 869,46 m³ de serragem/pó e 173,89 m³ de retalhos. Estes volumes equivalem a aproximadamente sessenta e quatro caminhões truk de resíduo por ano. A destinação destes resíduos é 99% vendido para olarias e cerâmicas da região e 1% é doado.

Também foi levantado na entrevista qual o consumo médio mensal de energia elétrica da empresa e se a empresa possuía algum sistema de gestão ambiental. A empresa consome aproximadamente 200.265,91 KW/hora de energia por mês e não possui nenhum sistema de gestão ambiental, a mesma possui alguns indicadores de controle interno. No próximo subitem será apresentado a entrevista realizada na micro empresa.

4.1.4 Micro Empresa

A micro empresa foi a terceira a ser realizada a entrevista no pólo moveleiro de Bento Gonçalves/RS, a mesma está no mercado há 4 anos, fabrica móveis em série da linha cozinha, escritório e quarto, possui 19 empregados, sendo classificada como Microempresa a mesma utiliza como matéria-prima o MDF (*Medium Density Fiberboard*) e o MDP (*Medium Density Particleboard*).

Os resíduos de madeira foram identificados e classificados conforme Figura 28, onde mostra o pó de madeira e a serragem que são gerados através das máquinas (plaina e demais máquinas de acabamento) que fazem o desbaste e o lixamento das chapas de MDF e MDP, onde os mesmos são armazenados em um silo para depois serem recolhidos.

Figura 28 – Pó e serragem de madeira no silo da micro empresa



Fonte: do Autor.

Já a Figura 29 identifica os resíduos de madeira (retalhos) que são provenientes dos diferentes tipos de corte das máquinas do processo de produção, os mesmos são triturados por um triturador e posteriormente são lançados por tubulações para o silo de coleta (mesmo silo onde é armazenado o pó e a serragem).

Figura 29 – Retalhos de madeira proveniente do corte das máquinas da micro empresa



Fonte: do Autor.

Conforme verificação “*in loco*” e através das informações de seu encarregado, a empresa possui um sistema de captação de resíduo também idêntico ao da pequena e média empresa onde o resíduo é captado de duas formas: a primeira é feita através de tubulações que são acopladas na própria máquina como pode-se observar na Figura 30, onde o mesmo capta o resíduo que sobram dos processos de acabamento e lixamento e são sugados pela tubulação até o silo de coleta.

Figura 30 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da micro empresa.



Fonte: do Autor.

E a segunda forma de captação de resíduo é através de um triturador, onde os retalhos e tiras da madeira que sobram dos diferentes tipos de cortes são triturados e lançados pelo mesmo sistema de tubulação para o silo de coleta conforme pode-se observar na Figura 31 que mostra a máquina de triturar madeira.

Figura 31 – Triturador de madeira (retalhos e tiras) que sobram do processo de corte colocado no interior da fábrica.



Fonte: do Autor.

A Figura 32 mostra o silo de armazenagem do resíduo de madeira (pó e serragem) das chapas de MDF e MDP que são provenientes do sistema de captação de resíduos das máquinas de lixação e acabamento, bem como da moagem das tiras e retalhos das chapas que sobram dos diferentes tipos de corte das máquinas, são triturados no triturador após lançadas via tubulações para o silo.

Figura 32 – Silo do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas



Fonte: do Autor.

Conforme entrevista realizada com responsável pela produção, as máquinas utilizadas no processo obtêm um aproveitamento das chapas de 95%, tendo uma perda de 5% que é o resíduo de madeira que sobra. Destes 5%, 0,5% do resíduo é em forma de retalhos gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas e 4,5% é em forma de pó/serragem proveniente dos processos de lixação, acabamento das chapas e moagem das mesmas no triturador.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, as chapas de MDP e MDF compradas possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,84 m a compra é feita através de dois fornecedores. A Tabela 13 mostra a quantidade de chapas consumidas nos anos de 2010 e 2011, bem como o percentual de perda, tipo de resíduo gerado e a quantidade a granel em m³.

Tabela 13 – Tabela da quantidade e tipos de resíduo de madeira gerados da Micro empresa em m³

matéria- prima utilizada	Consumo anual (m ³)		Total de volume gerado (m ³)		Total de Resíduo (m ³)	
	2010 (m3)	2011 (m3)	Total (m3)	% perda	SP (m3)	R (m3)
MDF	56,99	6,31	63,30	5	2,85	0,32
MDP	2.080,64	3.485,79	5.566,42	5	250,49	27,83

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R=retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade).

Fonte: do Autor.

Conforme Tabela 13 a empresa gerou nos anos de 2010 e 2011 um total de 3,17 m³ de resíduo de chapas de MDF, sendo destes 2,85 m³ de serragem/pó e 0,32 m³ de retalhos. Já o MDP, a mesma gerou um total de 278,32 m³, sendo destes 250,49 m³ em forme de serragem/pó e 27,83 m³ em forma de retalhos. Estes volumes equivalem a aproximadamente doze caminhões truk de resíduo por ano. Além dos resíduos das chapas também são adicionados na mistura selos de papel que são captados pela máquina de bordas. A destinação destes resíduos é 100% troca de serviços com as olarias e cerâmicas da região, onde as mesmas investiram no sistema de captação dos resíduos na empresa em troca do fornecimento e coleta dos mesmos.

Também foi levantado na entrevista qual o consumo médio mensal de energia elétrica da empresa e se a empresa possuía algum sistema de gestão ambiental. A empresa consome aproximadamente 27.020 KW/hora de energia por mês e não possui nenhum sistema de gestão ambiental. No próximo subitem serão descritos os dados da entrevista realizada na grande empresa.

4.1.5 Grande Empresa

A grande empresa foi a última a ser feita a entrevista, onde a mesma está no mercado há 59 anos, fabrica móveis em sistema modulado das linhas: cozinha, escritório, quarto, banheiro e *contract* de projetos especiais, possui 540 empregados,

sendo classificada como grande, a mesma utiliza como matéria-prima o MDF (*Medium Density Fiberboard*) e o MDP (*Medium Density Particleboard*).

Os resíduos de madeira foram identificados e classificados conforme Figura 33, onde mostra os retalhos de madeira que são gerados através dos diferentes tipos de corte das máquinas e são armazenados, primeiramente em caixas de madeira e após são condicionados em um contêiner para coleta do fornecedor para o reaproveitamento.

Figura 33 – Resíduo de madeira (retalhos, tiras longas e curtas) proveniente dos cortes das máquinas no processo de produção da grande empresa



Fonte: do Autor.

Conforme verificação “*in loco*” e através das informações do seu representante, a empresa também possui um sistema de captação de resíduos de madeira (pó e serragem) dentro da fábrica diretamente nas máquinas que fazem a lixação e acabamento dos móveis onde os mesmos são sugados pela tubulação e captados para os silos conforme mostra Figura 34.

Figura 34 – Sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da grande empresa.



Fonte: do Autor.

A Figura 35 mostra os silos de coleta do resíduo (pó e serragem) de madeira que são sugados pelo sistema de tubulação das máquinas de acabamento e lixação das máquinas do processo de produção. Este resíduo é utilizado diretamente na queima da caldeira e utilizado como fonte de energia (biomassa).

Figura 35 – Silos do sistema de captação de resíduo (pó e serragem) de madeira nas máquinas da grande empresa.



Fonte: do Autor.

Conforme entrevista realizada com a responsável pela área da qualidade, as máquinas utilizadas no processo obtiveram em 2010 um aproveitamento das chapas de 92,5%, tendo uma perda de 7,5% que é o resíduo de madeira que sobra. Destes 7,5%, 32% do resíduo em forma de retalhos gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas e 68% em forma de pó/serragem proveniente dos processos de lixação, acabamento das chapas e moagem das mesmas no triturador.

Já no ano de 2011, as máquinas utilizadas no processo obtiveram um aproveitamento médio das chapas de 93,55%, tendo uma perda de 6,45% de resíduo de madeira. Destes 6,45%, 32% do resíduo em forma de retalhos gerados pelos diferentes tipos de corte das máquinas e 68% em forma de pó/serragem proveniente dos processos de lixação, acabamento das chapas e moagem das mesmas no triturador.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, as chapas de MDP compradas possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,84 m a compra é feita através de dois fornecedores. Já as chapas de MDF também possuem um tamanho padrão de 2,75 m X 1,84 m e são compradas através de um único fornecedor.

A Tabela 14 mostra a quantidade de chapas consumidas nos anos de 2010 e 2011, bem como o percentual de perda dos resíduos, tipo de resíduo gerado e a quantidade a granel em m³.

Tabela 14 – Tabela quantidade e tipos de resíduo de madeira da grande empresa em m³

matéria-prima utilizada	Consumo anual (m ³)		Total de volume gerado (m ³)		Total de Resíduo (m ³)	
	2010 (m ³)	2011 (m ³)	Total (m ³)	% perda média	SP (m ³)	R (m ³)
MDF	596,00	1.494,34	2.090,34	6,98	99,22	46,69
MDP	10.767,65	14.269,64	25.037,29	6,98	1.188,37	559,23

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R = retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade).

Fonte: do Autor.

Conforme Tabela 14, a empresa gerou nos anos de 2010 e 2011 um total de 145,91 m³ de resíduo de chapas de MDF, sendo destes 99,22 m³ de serragem/pó e 46,69 m³ de retalhos. Já o MDP, a mesma gerou um total de 1.747,6 m³, sendo destes 1.188,37 m³ de serragem/pó e 559,23 m³ de retalhos. Estes volumes equivalem a aproximadamente setenta e nove caminhões truk de resíduo por ano.

A empresa possui um sistema criterioso de separação de resíduo, onde possui uma máquina que separa as bordas das chapas conforme Figura 36, onde as mesmas são recicladas separadamente e não são misturadas com o resíduo de madeira resultante da sobra das chapas.

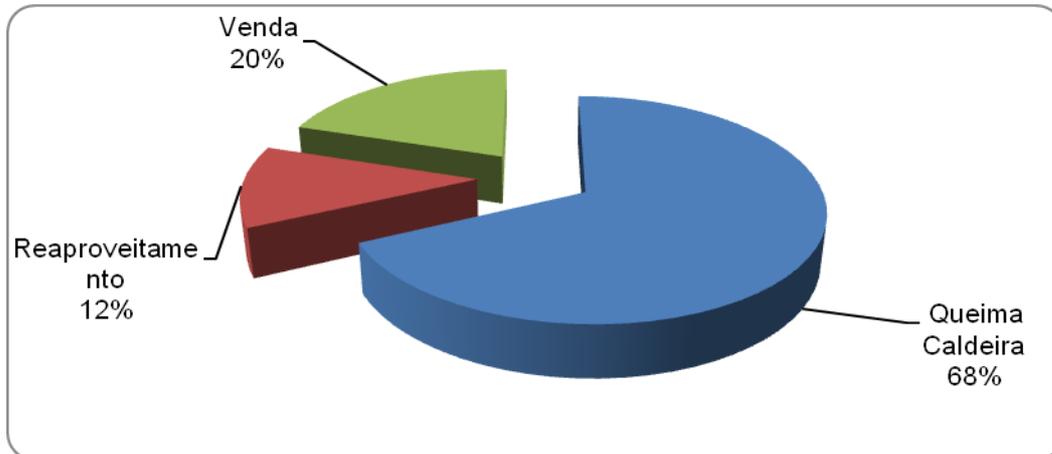
Figura 36 – Sistema de captação de resíduo (bordas das chapas) de madeira nas máquinas da grande empresa.



Fonte: do Autor.

O Gráfico 7 mostra a destinação dos resíduos de madeira gerados no processo de produção, onde 20% são vendidos, 68% são queimados na caldeira da empresa para geração de energia (biomassa) e 12% é reaproveitado, voltando para empresa (fornecedor) para fabricação de novas chapas.

Gráfico 07 – Destinação dos resíduos de madeira da grande empresa.



Fonte: do Autor.

A empresa faz a queima de resíduo na caldeira (serragem/pó/cavacos), onde a mesma está respaldada pela Portaria Nº 009/2012⁴, de 08 de Fevereiro de 2012 (Anexo 3) que dispõe sobre o regramento para o uso de derivados de madeira, em especial o MDP e MDF (Medium Density Fiberboard e Medium Density Particleboard), não contaminados, como combustível alternativo/principal. Essa portaria define:

Art. 2º - Materiais derivados de MDP, MDF e assemelhados, na forma de cavacos, serragem, pó de lixamento, aglomerado, compensado e demais derivados poderão ser utilizados como combustível em processo de geração de calor por combustão externa, em caldeiras e fornos nos quais a temperatura mínima na zona de queima seja superior a 750 °C, desde que não tenham sido tratados com produtos halogenados, anti fungicos, tintas, vernizes, adesivos e revestidos de plásticos, PVC ou quaisquer outros revestimentos, exceto papel melamínico puro;

Parágrafo Único – As caldeiras e fornos mencionados no caput deste artigo deverão possuir, necessariamente, em operação, sistema de controle de temperatura na zona de queima, devidamente calibrado e com visor/registrador de dados de fácil acesso;

A empresa possui um sistema rigoroso de separação de resíduo, principalmente do MDP, sendo que parte volta para ser reciclado para fabricação de novas chapas no fornecedor conforme percentual mostrado no Gráfico 7. Os resíduos são armazenados primeiramente em caixas de madeira conforme Figura 40, e posteriormente são condicionados para um *contêiner* (FIGURA 37). Os

⁴ BRASIL. PORTARIA Nº 009/2012. De 08 de fevereiro de 2012. Disponível em: < http://www.proamb.com.br/leis_decretos/portaria_009.pdf>. Acesso em 23 Mar. 2012

resíduos de MDP (retalhos, tiras longas e curtas) são separados de forma criteriosa para não haver nenhuma mistura adicional (papel, papelão, plástico, prego, etc.), onde é feita uma grande cobrança por parte do fornecedor quanto a esta separação.

Figura 37 – Vista de cima do contêiner pronto para o recolhimento do resíduo de MDP (retalhos, tiras longas e curtas) da grande empresa.



Fonte: do Autor.

O resíduo acima (FIGURA 37) é recolhido pelo fornecedor de chapas que carrega o contêiner com caminhão, com auxílio de um Munck e deixa outro contêiner vazio de reserva para nova coleta de resíduo. Ao chegar ao fornecedor os resíduos passam por um picador, onde são triturados em forma de cavacos/serragem e reaproveitados no processo de fabricação de novas chapas de MDP.

A empresa possui sistema de gestão ambiental onde a mesma está certificada com a ISO 14.001/2004 e consome 554.774 KW/hora de energia por mês. O sistema de certificação é totalmente informatizado, onde a empresa recebe em tempo real toda parte legal (normas federais, estaduais e municipais) que é

controlado por um gestor da área ambiental. O mesmo funciona como uma espécie de *software* de gestão de meio ambiente, segurança e medicina do trabalho, o qual verifica através de perguntas toda a parte legal se a empresa atende ou não tal requisito legal. Em caso afirmativo, abre-se um campo para colocar as evidências para o atendimento do mesmo e em caso negativo, considera-o como uma “*não conformidade*” e neste caso abre um campo chamado de plano de ação com todas as metas, responsável e prazos para se atender a exigência legal para fiscalização e principalmente para atender o requisito de certificação.

Este sistema de gestão garante e facilita que a empresa esteja sempre atualizada com relação à questão legal de legislação, pois o mesmo possui uma equipe de consultores (Advogados, Ambientalistas e profissionais da saúde e segurança do trabalho) que estão diariamente vinculados ao sistema de publicação do Diário Oficial da União, onde além de buscar as atualizações da legislação à medida que as mesmas são sancionadas e publicadas no mesmo. A equipe de consultores analisa sua aplicação e dão uma melhor interpretação para o atendimento da empresa que usufrui do mesmo. No próximo subitem será realizado uma análise global dos resíduos gerados das indústrias de móveis entrevistadas e projetados para o número de empresas selecionadas pelo SINDMÓVEIS.

4.2 Análise Global de resíduos gerados no polo moveleiro de Bento Gonçalves

A Tabela 15 mostra uma projeção aproximada de resíduos gerados no polo moveleiro de Bento Gonçalves, conforme dados fornecidos pelo SINDMÓVEIS (2011) onde foi projetado de forma proporcional ao número de empresas que utilizam como matéria-prima o MDF e/ou MDP de acordo com o Gráfico 05 descrito na metodologia.

Tabela 15 – Tabela de projeção aproximada da quantidade e tipos de resíduo de madeira das empresas do Polo moveleiro de Bento Gonçalves dos anos de 2010 e 2011 em m³

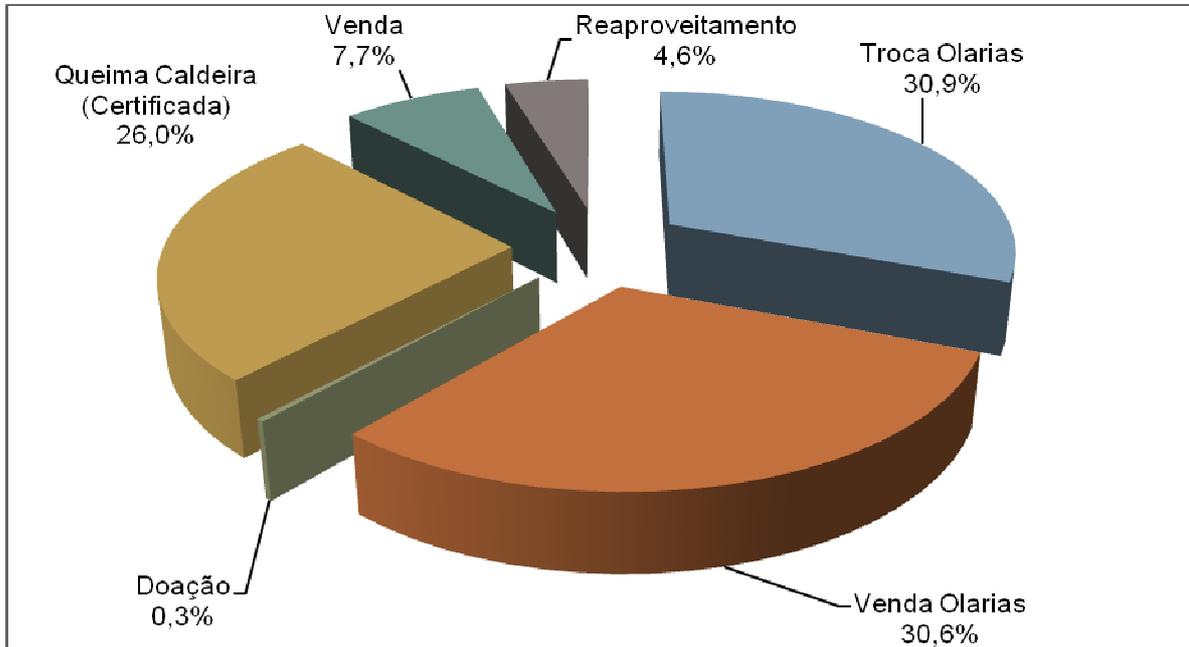
matéria-prima utilizada	Pequena (^N 35)		Média (^N 9)		Micro (^N 70)		Grande (^N 3)		Total geral de resíduo (m3)	
	Total de Resíduo		Total de Resíduo		Total de Resíduo		Total de Resíduo		SP (m3)	R (m3)
	SP (m3)	R (m3)	SP (m3)	R (m3)	SP (m3)	R (m3)	SP (m3)	R (m3)		
MDF	6,51	1,63	404,73	80,95	2,85	0,32	99,22	46,69	4.367,58	948,07
MDP	990,47	247,62	869,46	173,89	250,49	27,83	1.188,37	559,23	63.591,00	13.857,50

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R=retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade); ^N = Número de empresas que utilizam como matéria-prima MDP ou MDF no polo moveleiro de Bento Gonçalves.

Fonte: do Autor.

A Tabela 15 mostra uma estimativa proporcional de resíduos gerados no polo moveleiro de Bento Gonçalves, conforme Gráfico 05 do número de empresas que utilizam como matéria-prima MDP e o MDF e classificadas conforme SEBRAE (2011). Só no polo de Bento Gonçalves, as indústrias de móveis geraram aproximadamente nos anos de 2010 e 2011 um volume de 5.315,65 m³ de resíduos de chapas de MDF, sendo 4.367,58 m³ serragem/pó e 948,07 de retalhos. Já o MDP, foi gerado aproximadamente 77.448,50 m³ de resíduos de chapas de MDP, sendo 63.591 m³ serragem/pó e 13.857,50 m³ de retalhos. Estes volumes equivalem a 3.762 caminhões truk de resíduo por ano. O Gráfico 08 mostra a destinação do resíduo conforme entrevista realizada em cada empresa conforme descrito na metodologia.

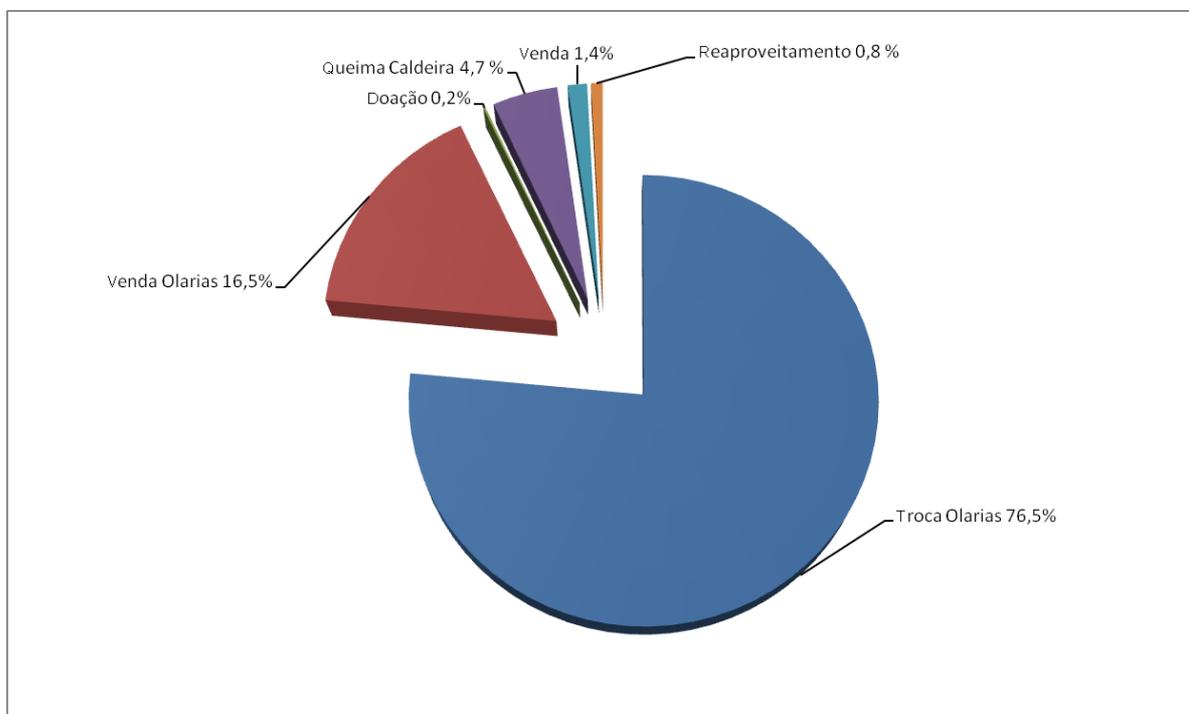
Gráfico 08 – Destinação dos resíduos de madeira das indústrias pesquisadas do polo moveleiro de Bento Gonçalves



Fonte: do Autor.

Conforme pode-se observar no Gráfico 08 da destinação dos resíduos das empresas pesquisadas que utilizam matéria-prima (MDP e MDF) do polo moveleiro de Bento Gonçalves, 61,5% do resíduo são destinados a olarias, tanto na troca de tecnologia para composição do sistema de captação de resíduo como na venda, onde os mesmos são queimados pelos seus fornos para geração de calor na fabricação de tijolos e ou telhas, 26% são queimados na própria caldeira da empresa de móveis utilizadas como Biomassa, 0,3% é doado, 7,7% é vendido e apenas 4,6% são reaproveitados na fabricação de novas chapas. O Gráfico 09 mostra a projeção do resíduo das indústrias de móveis do polo moveleiro de Bento Gonçalves.

Gráfico 09 – Destinação dos resíduos de madeira projetado das indústrias pesquisadas do polo moveleiro de Bento Gonçalves



Fonte: do Autor.

Neste cenário podemos observar que 93% do resíduo são destinados a olarias, tanto na troca de tecnologia para composição do sistema de captação de resíduo como na venda, onde os mesmos são queimados pelos seus fornos para geração de calor na fabricação de tijolos e ou telhas, 4,7% são queimados na própria caldeira da empresa de móveis utilizadas como Biomassa, 0,2% é doado, 1,4% é vendido e apenas 0,8% são reaproveitados na fabricação de novas chapas.

Pode-se observar tanto nesta pesquisa como na dos autores Schneider et al. (2004) que há uma grande quantidade de resíduo que é queimado, onde não agrega nenhum valor ao resíduo e apesar da nova Portaria Nº 9 de 2012 que foi aprovada e passou a vigorar em fevereiro de 2012 que libera a queima de MDP e MDF não contaminados, apesar de não ter sido estudado quanto a certificação dos fornos destas olarias e cerâmicas por não ser objeto desta pesquisa, nem todos fornos devem ter a certificação, o que proporciona um grande dano para o meio ambiente, pelo fato de estas chapas possuírem quantidades de formaldeído utilizadas no seu

processo de composição, onde caso não tenha um sistema rigoroso de controle de particulados é lançado na atmosfera através da fumaça (TEIXEIRA, 2011).

Os fornos utilizados para queima de MDP e MDF conforme a Portaria N^o 009/2012⁵ (Anexo 3) devem seguir as seguintes especificações:

Art. 5^o - A utilização de MDP e MDF e seus derivados como combustível em casos de co-processamento em fornos de clínquer no Estado do Rio Grande do Sul dependerá de prévio licenciamento junto à FEPAM;

Art. 6^o - Ficam estabelecidos os seguintes limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão de MDF/MDP aplicáveis a esta Portaria:

POLUENTE	LIMITE MÁXIMO DE EMISSÃO
Compostos orgânicos voláteis	20 mg/Nm ³ (*)
Formaldeído	2 mg/Nm ³ (*)

(*) em base seca e condições normais

Art. 9^o - As empresas geradoras dos resíduos em questão deverão realizar o controle e a rastreabilidade dos mesmos, devendo garantir que sua destinação final atenderá a todos os itens desta Portaria;

Observando os artigos citados acima da referida portaria, as empresas de móveis geradoras de resíduos são responsáveis pela geração e deverão fazer o controle, rastreando os mesmos e dando garantia que o seu destino atendem todos os requisitos estabelecidos pela *Fepam* que é órgão fiscalizador do Estado do Rio Grande do Sul. As empresas que possuem fornos e/ou caldeira, precisam passar por rigorosos testes de vistoria e análise periódicas e principalmente precisam estar certificadas pelo órgão o que demanda um custo muito elevado, o que acredito que seja um dos principais motivos de nem todas olarias e/ou cerâmicas possuírem a certificação e tais controles tão severos. No próximo subitem apresenta um comparativo entre o consumo de matéria-prima virgem e a matéria-prima reciclada da indústria de aglomerados, tendo de resíduo do ramo moveleiro como de resíduos de serrarias.

⁵ BRASIL. PORTARIA N^o 009/2012. De 08 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.proamb.com.br/leis_decretos/portaria_009.pdf>. Acesso em 23 Mar. 2012

4.3 Consumo de matéria-prima virgem X matéria prima reciclada na indústria de aglomerados

A Tabela 16 abaixo mostra o consumo de matéria prima-virgem e matéria prima reciclada em m³ nos anos de 2010 e 2011 tanto para fabricação de chapas de aglomerado quanto para geração de energia (biomassa) nas caldeiras.

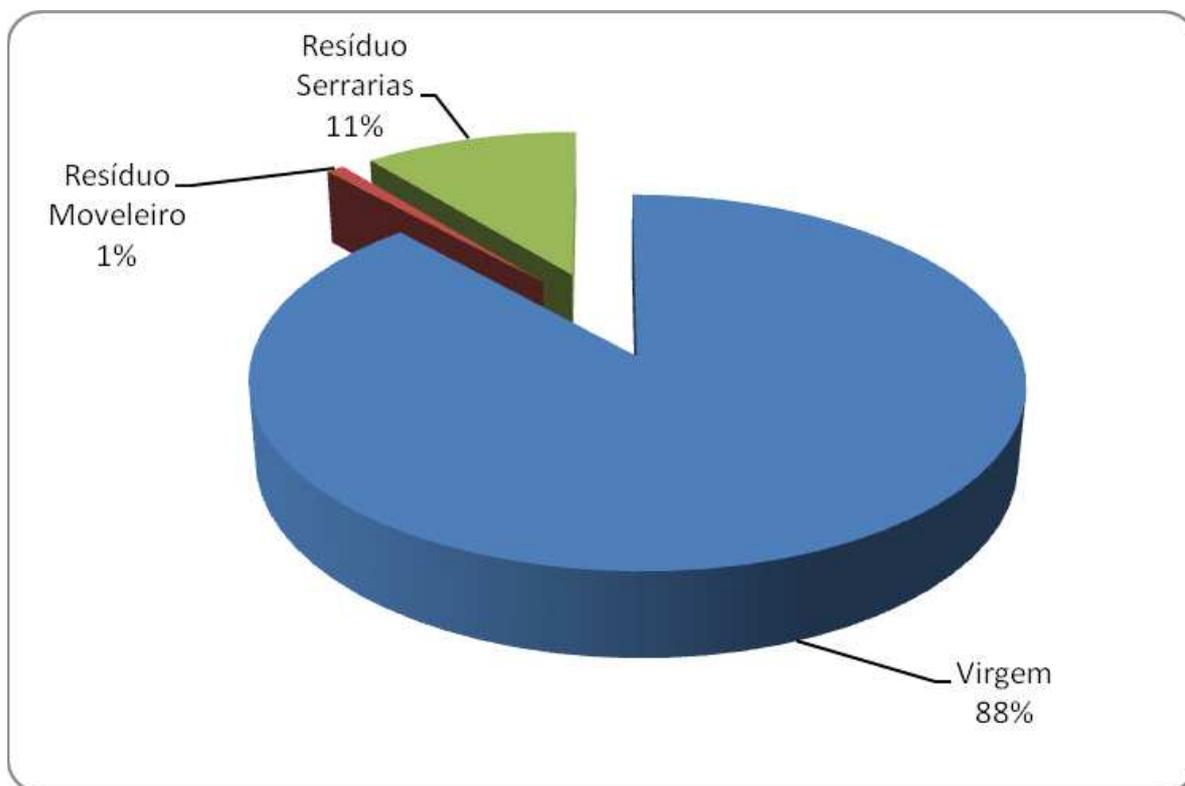
Tabela 16 – Consumo de matéria-prima (virgem e reciclada) da empresa de Aglomerados em m³

matéria-prima utilizada	Consumo anual em (m ³)		Total matéria-prima utilizada (m ³)		
	2010 (m3)	2011 (m3)	Total (m3)	Total produção de chapas (m ³)	Total queima caldeira (m ³)
Virgem	363.498	357.252	720.750	636.439	84.311
Resíduo Moveleiro	3.758	-	3.758	3.758	-
Resíduo Serrarias	44.350	45.912	90.262	90.262	-

Fonte: do Autor.

O Gráfico 10 mostra o percentual de matéria-prima virgem, provenientes de matas de Eucaliptos e Pinus, matéria-prima de serrarias que são os cavacos e serragem coletadas em diversas serrarias da região e a matéria-prima (resíduos moveleiros) que são provenientes da indústria de móveis utilizados no ano de 2010, onde pode-se observar que do total consumido de matéria-prima da indústria de aglomerados conforme Tabela 16: 88% provêm de matéria-prima virgem (matas de eucalipto e pinus), 11% é resíduo de serrarias e apenas 1% é consumido de resíduo das indústrias do ramo moveleiro.

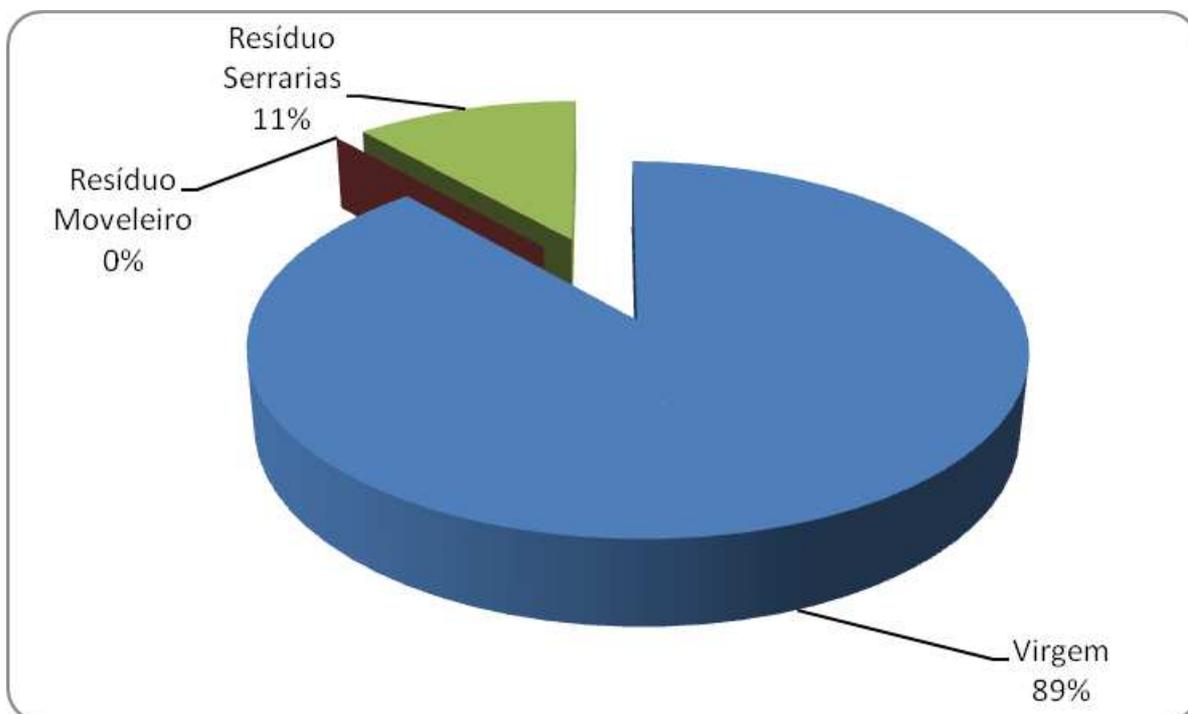
Gráfico 10 – Percentual de matéria-prima utilizado na indústria de Aglomerado de 2010 em m³



Fonte: do Autor.

Já o Gráfico 11 mostra o consumo de matéria-prima no ano de 2011 onde podemos observar que o consumo de matéria-prima virgem aumentou para 89%, o consumo de resíduos de serraria continuou nos 11% e o resíduo das indústrias de móveis parou de ser utilizado.

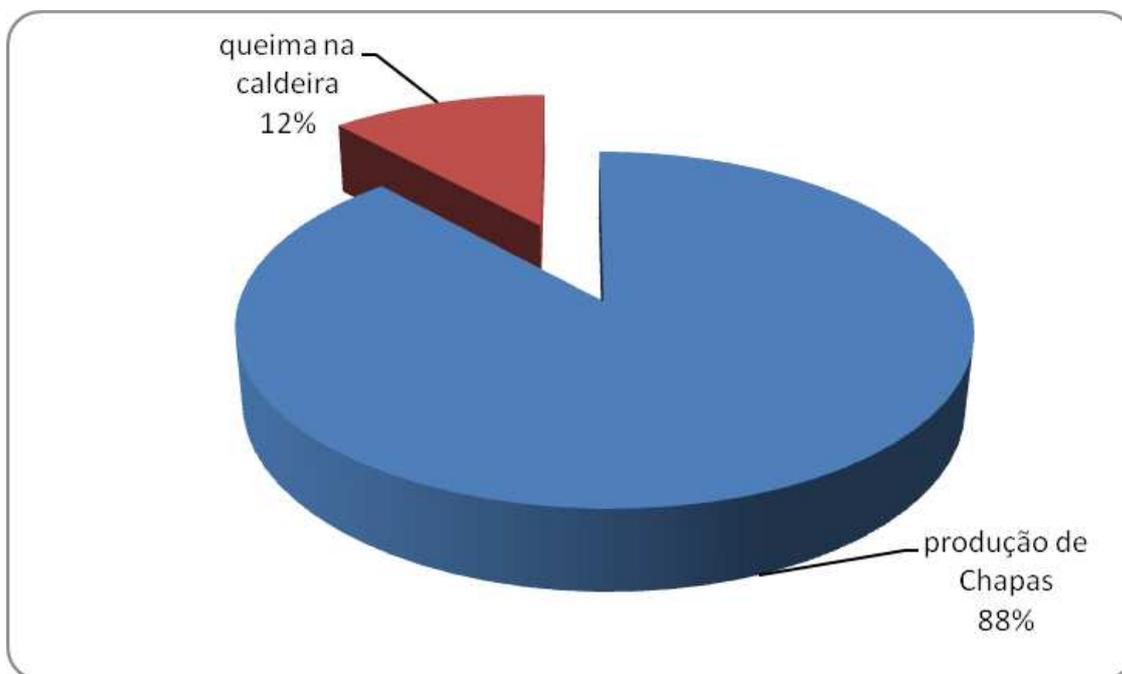
Gráfico 11 – Percentual de matéria-prima utilizado na indústria de Aglomerado de 2011 em m³.



Fonte: do Autor.

O Gráfico 12 mostra o percentual de matéria-prima virgem que foi utilizado para fabricação de chapas de aglomerado e o que foi queimado na caldeira para geração de energia (biomassa), pode-se observar que o volume em m³ consumido de matéria-prima virgem, 88% foi utilizado para produção de chapas e 12% foi queimado na caldeira.

Gráfico 12 – Percentual de matéria-prima virgem utilizada na fabricação de chapas de Aglomerado e queima na caldeira nos anos de 2010 e 2011 em m³.



Fonte: do Autor.

Pode observar ainda no Gráfico 12 que há um percentual considerável de matéria-prima virgem utilizadas para queima (12%) o que equivale a um volume de 84.311 m³, o que demonstra um consumo alto desta matéria-prima, a qual poderia ser substituída pelo resíduo moveleiro. Para realizar este comparativo, o próximo subitem fará uma análise do potencial de aproveitamento do resíduo gerado das indústrias de móveis do polo moveleiro de Bento Gonçalves.

4.4 Análise do potencial aproveitamento do resíduo gerado pelas indústrias de móveis do polo moveleiro de Bento Gonçalves

Conforme Teixeira (2011) que estudou a substituição de matéria-prima virgem por matéria-prima alternativa na indústria de madeira reconstituída o qual realizou vários testes, dentre eles: densidade, flexão, inchamento, absorção de água, resistência superficial, tração perpendicular e umidade residual utilizando resíduos de torras (matéria-prima virgem) e de material alternativo (resíduos do ramo

moveleiro e serrarias). O estudo comprovou que com as tecnologias existentes permite uma utilização de 5% de resíduos (moveleiros) e 15% de resíduos de serrarias sem que haja alteração na qualidade das chapas, o restante 80% é de matéria-prima virgem.

Outro dado importante que deve-se salientar é quanto ao uso do MDF na fabricação do MDP, conforme Duratex (2008), o uso do MDF como material alternativo na fabricação de MDP possui sérias restrições devido ao formato de suas partículas que possuem formato de fibra, e não de cavacos, como é o caso do MDP. Com este formato de fibra e por ser leve, ao longo do processo, ocorrem formações de aglomerações destas fibras que geram defeitos nas chapas, que ocasionam perdas de qualidade tecnológica da chapa (menor resistências à tração, tração superficial e flexão), além de defeitos visuais com o aparecimento de manchas escuras, as quais durante o processo de revestimento ou pintura da chapa irá gerar o desprendimento ou inchamento nestas áreas. Por esse motivo, o estudo em questão foi quantificado e separado a quantidade de MDP e MDF gerado nas indústrias de móveis.

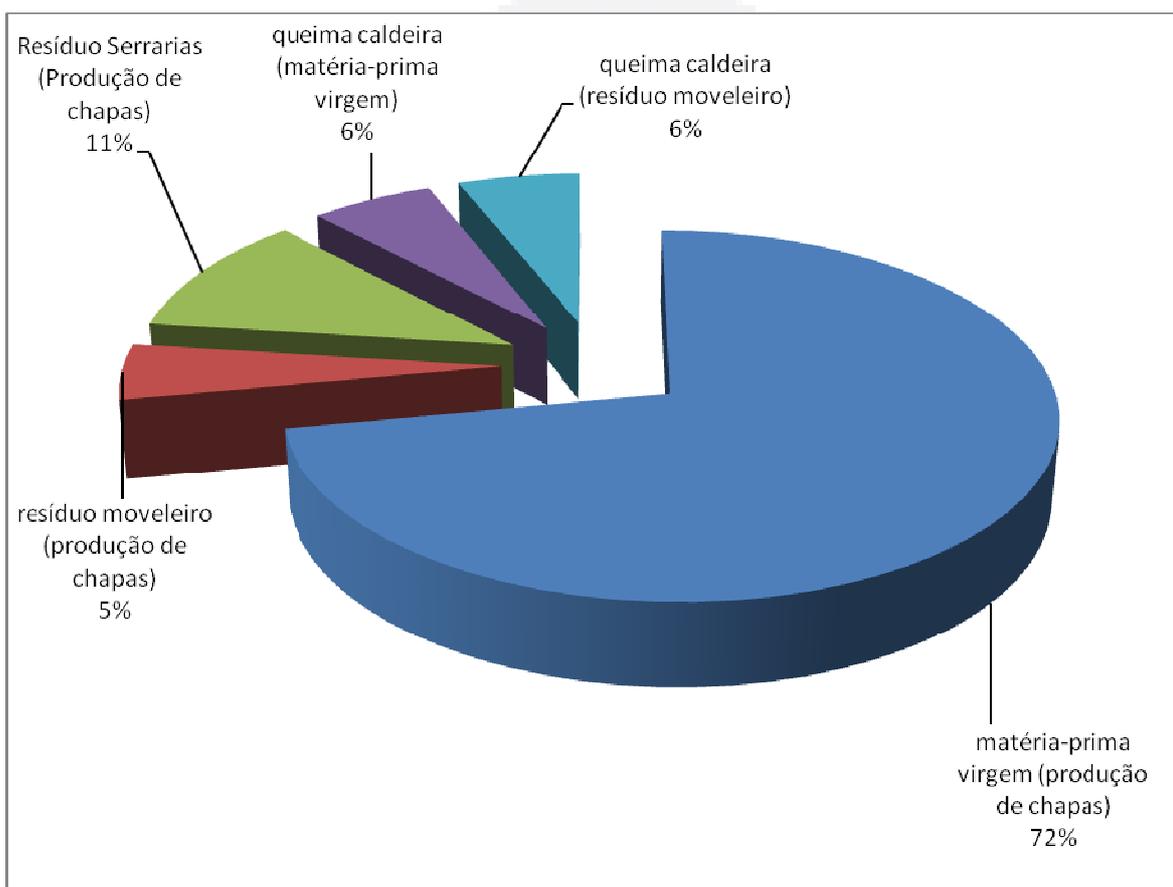
Conforme a geração de resíduo aproximado das indústrias de móveis apresentados na Tabela 15, considerando somente o MDP que é utilizado como matéria-prima para fabricação de novas chapas de aglomerado admitindo que a mesma aproveite 100% do resíduo gerado de MDP nas indústrias de móveis do polo de Bento Gonçalves, a empresa de aglomerados através do seu consumo de matéria-prima virgem nos anos de 2010 e 2011 absorveria um volume de 36.038 m³ que equivalem aos 5% de resíduo para produção de novas chapas sem que haja perda da qualidade das mesmas, representando 47% do resíduo moveleiro projetado nas indústrias de móveis (TEIXEIRA, 2011).

O restante do volume de resíduo gerado (41.411 m³) 6% de MDP representando 53% do resíduo moveleiro projetado nas indústrias de móveis, que de acordo com a Portaria N^o 009/2012⁶ (ANEXO 3), poderiam ser queimados na caldeira para geração de energia o que daria uma redução de matéria-prima virgem consumida de 77.449 m³. Isso representaria uma redução de aproximadamente

⁶ BRASIL. PORTARIA N^o 009/2012. De 08 de fevereiro de 2012. Disponível em: < http://www.proamb.com.br/leis_decretos/portaria_009.pdf>. Acesso em 23 Mar. 2012

11%, dos quais 5% na fabricação seria utilizado na fabricação de novas chapas e 6% na queima na caldeira (biomassa) conforme mostra no Gráfico 13 da projeção do percentual de matéria-prima virgem utilizada na fabricação de chapas de Aglomerado e queima na caldeira com resíduo levantados nas indústrias de móveis.

Gráfico 13 – Projeção do percentual de matéria-prima virgem utilizada na fabricação de chapas de Aglomerado e queima na caldeira com resíduo das indústrias de móveis em m³.



Fonte: do Autor.

A Gráfico 13 mostra uma projeção do percentual de matéria-prima virgem utilizado na fabricação de novas chapas nos anos de 2010 e 2011 (TABELA 16) com a possível utilização do resíduo levantado nas indústrias de móveis de Bento Gonçalves (TABELA 15), conforme números apresentados, admitindo um aproveitamento de 100% do resíduo de MDP (retalhos, serragem/pó), a empresa de aglomerados teria uma redução do consumo de matéria-prima virgem de 17%, passando dos atuais 89% no ano de 2011 para 72%, onde do total de matéria-prima

consumida, 5% seria do resíduo moveleiro (produção de chapas), 6% resíduo moveleiro (queima na caldeira), 11% resíduo de serrarias (produção de chapas), 6% matéria-prima virgem (queima na caldeira) e 72% de matéria-prima virgem (produção de chapas).

4.5 Resumo das informações das empresas pesquisadas

A Tabela 17 abaixo mostra o resumo das informações das empresas pesquisadas, conforme a sequência descrita nesta pesquisa, onde primeiro foram realizados visitas e levantamentos na planta piloto “A” e depois na planta piloto “B”. Após foram realizadas entrevistas nas empresas da região de Bento Gonçalves na seguinte ordem conforme porte da empresa: micro, pequena, média e grande.

Tabela 17 – Tabela com resumo das principais informações das empresas pesquisadas

Histórico das informações	Planta Piloto “A”	Planta Piloto “B”	Micro	Pequena	Média	Grande
Nº de empregados	27	5	19	95	254	540
Tipo de Móveis Fabricado	Móveis em série	Móveis sob medida	Móveis em série	Móveis em série	Móveis em série e sob medida	Sistema modulado
Tempo de atuação no mercado	10 anos	25 anos	4 anos	26 anos	17 anos	59 anos
Matéria-prima utilizada	MDF	MDF	MDP e MDF	MDP e MDF	MDP e MDF	MDP e MDF
Percentual de aproveitamento das chapas	97%	85%	95%	95%	94%	93,02%
Sistema de Gestão Ambiental	não possui	não possui	não possui	não possui	não possui	ISO 14.001/2004
Total de Resíduo de MDF (SP e R em m ³)	29,35 m ³	20,91 m ³	3,17 m ³	8,63 m ³	485,68 m ³	145,91 m ³
Total de Resíduo de MDP (SP e R em m ³)	-	-	278,32 m ³	1.238,09 m ³	1.043,35 m ³	1.747,60 m ³

Legenda: SP = Volume a granel de serragem/pó gerada; R=retalhos gerados; MDF = Medium Density Fiberboard/Fibra de média densidade; MDP = Medium Density Particleboard/Painel de Partículas de Média Densidade);

Fonte: do Autor.

Conforme podemos observar na Tabela 17, a mesma traz um pequeno resumo das principais informações utilizadas no questionário de entrevista conforme Anexo 1 e serve para facilitar a busca das mesmas, as quais já foram discutidas nos subtítulos anteriores deste capítulo.

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi identificar quais tipos de resíduos sólidos provenientes das indústrias moveleiras podem ser potencializados para reaproveitamento na fabricação de novas chapas de aglomerado e/ou para geração de energia.

O polo moveleiro de Bento Gonçalves, já pesquisados anteriormente por outros autores descritos neste trabalho, possui um grande potencial de geração e consequentemente buscam um melhor aproveitamento de seus resíduos de madeira, fato este que direcionou a região para referida pesquisa.

Com base nas análises efetuadas e nos dados e resultados apresentados no desenvolvimento deste trabalho, realizado nas indústrias de móveis do polo moveleiro de Bento Gonçalves é possível apresentar as conclusões e apontamentos que seguem.

O setor produtivo da indústria de aglomerados consome uma quantidade muito grande de recursos naturais, o que preocupa muito pelo fato de ser a principal matéria-prima para fabricação do MDP, que atualmente responde por 89% do produto final.

A maioria das indústrias de móveis pesquisadas não está dando uma destinação adequada dos seus resíduos de madeira, onde 61,5% dos resíduos das empresas pesquisadas são destinados a olarias e cerâmicas para queima e com

isso não agregam nenhum valor ao resíduo. Se considerarmos a projeção de resíduos para a região pesquisada, este valor chega a 93%.

Além de não agregar nenhum valor ao seu resíduo, a destinação dos mesmos para queima para olarias e cerâmicas que por ventura não possuem um sistema criterioso e eficaz para emissão de gases conforme determina a Portaria Nº 009/2012, pode acarretar em um grande impacto ambiental pelo fato das chapas possuírem componentes tóxicos como o formaldeído por exemplo.

Atualmente existem empresas fora do ramo moveleiro que estão buscando a compra de caldeiras novas que atendam os parâmetros da Portaria Nº 009/2012 quanto as emissões atmosféricas para que possam queimar estes resíduos de madeira para a geração de energia (biomassa), visando um possível aproveitamento destes resíduos.

Das empresas pesquisadas, apenas a grande empresa possui sistema de gestão ambiental com a certificação ISO 14.001/2004 a qual tem um percentual de 12% que é reaproveitado pelo seu fornecedor, pois possuem um sistema criterioso de separação do resíduo. Além da separação a grande empresa utiliza 68% do seu resíduo gerado para queima na caldeira para geração de energia (biomassa), onde a mesma possui todas as medidas de controle da emissão de seus gases, hoje respaldada e fortalecida pela Portaria Nº 009/2012.

Com relação à separação do resíduo de madeira gerado apenas a grande empresa e a média empresa fazem a separação do resíduo de MDP e do MDF, as demais misturam os resíduos no mesmo silo de coleta, fato este que dificulta seu aproveitamento na indústria de aglomerado.

A questão da separação criteriosa foi um dos fatores determinantes para a redução do consumo de matérias-primas do ramo moveleiro da indústria de aglomerados, a qual reduziu de 1% em 2010 para 0% em 2011, onde a maioria dos resíduos (retalhos de madeira) chegava na empresa com misturas (pregos, papel, plástico, etc.), o qual para entrar no processo de produção tem que passar por um processo de seleção o que demandava muito tempo e custo para a empresa, além de comprometer a qualidade das chapas.

Quanto ao aproveitamento dos seus resíduos gerados, uma das empresas pesquisadas que foi a Planta Piloto “B” demonstrou que é possível agregar valor ao resíduo mostrando uma forma criativa, em que 67% do seu resíduo gerado é destinado para fabricação e comercialização de troféus, fato este que não se confirmou nas demais empresas pesquisadas, onde a preocupação maior das mesmas é simplesmente se livrar do resíduo, nem que tenha que pagar pelo mesmo.

Com o reaproveitamento de 100% do resíduo de MDP levantado nas indústrias de móveis de Bento Gonçalves, a indústria de Aglomerados aproveitaria um volume de resíduo aproximado de 77.449 m³ de MDP, dos quais 47% seriam utilizados na fabricação de novas chapas e 53% seriam utilizados na queima na caldeira como Biomassa. Com este volume de resíduo, a empresa reduziria o seu consumo de matéria-prima virgem em 17%, passando dos atuais 89% no ano de 2011 para 72%. Considerando que cada árvore produz 0,18 a 0,20 m³ de cavacos onde 12% da árvore é casca, a utilização total deste volume de resíduo equivaleria a uma redução de 382.245 mil árvores nos anos de 2010 e 2011 o que corresponderia a uma não ocupação de aproximadamente 46 hectares levando em consideração os dois anos avaliados.

A empresa de aglomerados, objeto de estudo, visa aumentar a oportunidade de reciclar resíduos tanto da indústria moveleira, quanto do ramo moveleiro, não comprometendo as gerações futuras. Além do aproveitamento destes resíduos, estuda outras formas de aproveitamento de resíduos através do projeto de “floresta urbana” (utilização de resíduos derivados de madeira em regiões urbanas), onde existem empresas analisando seus métodos para a implantação de novas tecnologias, bem como de equipamentos de ponta nos processos produtivos da madeira reconstituída (MDP), a mesma pretende lançar o projeto já em 2013.

Paralelamente a estas análises, tem se a acrescentar conforme já citados por autores deste trabalho, onde na Europa há estudos de utilização de matérias primas alternativas tais como: caules de uva videira, casca de arroz, talos de palma e palhas de cereais de pequeno porte (palha de arroz), as quais são matérias-primas de baixo custo podendo ser muito valiosos para utilização na fabricação de aglomerado.

Outra alternativa pesquisada por autores citados neste trabalho é a substituição do adesivo composto por uréia e formaldeído (formol) por adesivos a base de farinha de soja e proteína isolada de soja, que apesar dos estudos mostrarem uma baixa resistência a água, traria uma grande contribuição para a redução dos gases emitidos pela queima de chapas em virtude do formol.

É com esta visão de aproveitamento de matérias-primas alternativas que a empresa de aglomerados pretende seguir esta tendência mundial já utilizada na Europa e América do Norte, as quais são utilizados 100 % de resíduos alternativos para fabricação de chapas de MDP, garantindo a qualidade do produto e principalmente proporcionando um equilíbrio ambiental na redução de madeira de floresta plantada, minimizando assim os impactos ambientais.

Este equilíbrio pode ser um fator determinante para a competitividade no mercado, podendo influenciar diretamente no poder de decisão na hora compra de um móvel, onde já existem designers na Europa que já projetam seus móveis, verificando o ciclo de vida da matéria-prima utilizada, abordando principalmente os aspectos ligados a matérias recicláveis, que deem maior sustentabilidade no produto acabado.

Para trabalhos futuros recomenda-se:

1. Estudar a logística para a captação, armazenagem e transporte do resíduo de madeira até a empresa de Aglomerados;
2. Verificar os custos e a viabilidade econômica do projeto de captação, armazenagem e transporte do resíduo de madeira até a empresa de Aglomerados;
3. Testar outras matérias-primas alternativas para a redução da matéria-prima virgem da empresa de Aglomerados.

6 REFERÊNCIAS

ABIPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA). **Produtos e tecnologia**: nossos produtos. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/produtosMDP.php>>. Acesso: abril, 2012.

AL-TUWAIJRI, S., CHRISTENSEN, T., HUGHES, K. The relations among environmental disclosure, environmental performance, and economic performance: a simultaneous equations approach. **Accounting, Organizations and Society**. ed. 29. p. 447–471, 2004.

ALIER, Joan Martinez. **Da economia ecológica ao ecologismo popular**. Blumenau: Ed. da FURB, 1998.

ANNANDALE, D., MORRISON-SAUNDERS, A., BOUMA, G. The impact of voluntary environmental protection instruments on company environmental performance. **Business Strategy and the Environment** 13 p. 1-12, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: **Resíduos sólidos**: classificação. 2.ed. São Paulo, 2004.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BOYLE, C. A.; BAETZ, B. W. A prototype knowledge-based decision support system for industrial waste management: part I. The decision support system. **Waste Management**. ed.18 (1998) p.87-97.

BRASIL. *Lei nº 12.305/2010*. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L12305.htm>. Acesso em 12 Nov. 2010.

BRASIL. PORTARIA Nº 009/2012. De 08 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.proamb.com.br/leis_decretos/portaria_009.pdf>. Acesso em 23 Mar. 2012.

BRITO Jr., A. O. S. **Produção de composto usando lodo de estação de tratamento doméstico com resíduos vegetais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos). Fortaleza/CE: UFCE. 2003.

BRUNA, G. C.; ROMERO, M. de A.; PHILIPPI, Jr. A. **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: Manole, 2004.

CARNOS, Bernado. **Madeira Aglomerada: conceito e utilização**. Porto Alegre: Sagra, 1988.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos**. Lajeado: Univates, 2^a ed., 2012.

CHIAVENATO, I. **Administração nos Novos Tempos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

CRAMER, J. Environmental management: from 'fit' to 'stretch'. **Business Strategy and the Environment**. ed. 7, p. 162-172, 1998.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. São Paulo: Unicamp 1994.

DAIAN, G.; OZARSKA, B. Wood waste management practices and strategies to increase sustainability standards in the Australian wooden furniture manufacturing sector. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 17 (2009) 1594–1602.

DURATEX. **Catálogo de produtos da Duratex**. São Paulo: Ed. Cor & Arte, 2008.

FREITAS, M.E; **Cultura Organizacional: Identidade, Sedução e Carisma?** Rio de Janeiro: Editora FGV 4^a Ed., 2005.

FRICKE, K., SANTEN, H., WALLMANN, R. Comparison of selected aerobic and anaerobic procedures for MSW treatment. **Waste Manage**. ed. 25, p.799–810, 2005.

FURUCHO, R. A., AGUIAR, M. A. **O Impacto do Imaginário Social e Organizacional das Grandes Empresas na Sociedade e no Indivíduo**. In: II Congresso Brasileiro de Sistemas - Visão Sistêmica para um Mundo Sustentável. Anais do II Congresso Brasileiro de Sistemas. Ribeirão Preto: USP-FEA-RP, 2006. Disponível em: <http://www.facef.br/quartocbs/trabalhosanteriores.asp>.

GALDEANO, G. E., CESPEDES, L., MARTINEZ, Del Rio Jr., Environmental performance and spillover effects on productivity: evidence from horticultural firms. **Journal of Environmental Management**. ed. 88. p. 1552–1561, 2008.

GHEMAWAT, P. Sustainable advantage. **Harvard Business Review**. ed. 64. p. 53-58, 1986.

GIL, Antônio C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas 1999.

GILBERT, J. T., BIRNBAUM-MORE, P. H. Innovation timing advantages: from economic theory to strategic application. **Journal of Engineering and Technology Management (JET-M)**. ed. 12 p. 245–266, 1996.

GONZALEZ-BENITO, J., GONZALEZ-BENITO, O. Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis. **Omega**. ed. 33 p. 1-15, 2005.

GUÉRON, A. L.; GARRIDO, V. **Requisitos ambientais, acesso a mercados e competitividade na indústria de madeira e móveis do Brasil: Ponto Focal de Barreiras Técnicas às Exportações**. Rio de Janeiro: Inmetro, 2004.

HAN, G.; ZHANG, C.; Zhang, D.; UMENURA, D.; Kawai, S. Upgrading of urea formaldehyde-bonded reed and wheat straw particleboards using silane coupling agents. **J. Wood Sci.** ed. 44 p. 282-286, 1998.

HART, S. L.; AHUJA, G. Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance. **Business Strategy and the Environment**. ed. 5 p. 30-37, 1996.

HENRI, J.-F.; JOURNEAULT, M. O. Environmental performance indicators: an empirical study of Canadian manufacturing firms. **Journal of Environmental Management**. ed. 87 p. 165-176, 2008.

HESLOP, G. Compak: Ten years of experience with commercial straw particleboard production. In: Wolcott, M.P., Miklosko, L.C., Lentz, M.T. (Eds.), **Proceedings of 31st International Particleboard/Composite Materials Symposium**, vol. 31. p. 8–10 April 1997. **Washington State University, Pullman**, p. 109–113, 1997.

KHRISTOVA, P.; YOSSIFOV, N.; GABIR, S.; GLAVCHE, I.; OSMAN, Z. Particleboards from sunflower stalks and tannin modified UF resin. **Cellul Chem Technol**. ed. 32, p. 327-337, 1998.

IBQP/PR – Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Paraná. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná**. Curitiba: IBQP, 2002.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Setsuo, 2005.

JAFFE, A., PETERSON, S., PORTNEY, P.; STAVINS, R. Environmental regulation and the competitiveness of U.S. manufacturing: what does the evidence tell us? **Journal of Economic Literature**. ed. 33. p. 132–163, 1995.

JOSEPHINE, C. L. “Legislative, regulatory and juridical dilemmas in environmental auditing”. **Eco-Management and Auditing**. Vol. 6, nº 3. p. 101–114, 1999.

JUDGE, W., DOUGLAS, T. Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. **Journal of Management Studies**. ed. 35 p. 241-262, 1998.

JUNGMEIER G.; HILLRING B.; HURLEY J.; HUMAR M.; FRUEHWALD A. and Gallis C., COST action E31 – management of recovered wood, Proceedings of European COST E31 Conference: Management of recovered wood. Recycling, bioenergy and other options, **University Studio Press**, Thessaloniki, p. 17–28, 2004.

KÄRNÄ A., Oriented product design. Set Technology industries of Finland. **Environmentally Editor**, 2002.

KING, A.; LENOX, M. Exploring the locus of profitable pollution reduction. **Management Science**. ed. 48, p. 289-299, 2002.

KOZLOWSKI, R.; HELWIG, M. Lignocellulosic polymer composite. In: Prasad, P.N. (Ed.), Science and Technology of Polymer and Advanced Materials. **Plenum Press**. New York, p. 679-698, 1998.

KREIBICH, R. E. New Adhesives Based on Soybean Proteins. **American Soybean Association, Weyerhaeuser Technology Center, Tacoma, WA**, p. 3 2001.

LEFF, Henrique. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**. Petrópolis, RJ Vozes/PNUMA, 2001.

LIMA, L. M. Q. **Tratamento de lixo**. São Paulo: Hemus, 1983.

LINK, S.; NAVEH, E. Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits? **IEEE Transactions on Engineering Management** **53**. p. 508–519, 2006.

LYKIDIS, C.; GRIGORIOU, A. Hydrothermal recycling of waste and performance of the recycled wooden particleboards. **Waste Management**. Vol. 28, p.57–63, 2008.

MALONEY, Thomas M. **Modern Particle Board & Dry Process Fiberboard Manufacturing**. California, EUA: Miller Freeman, 1993.

MARZULLA, T. R.; KAPPEL, L. S. “State pollution prevention programs: regulatory integration”, **Pollution Prevention Review** Vol. 1, nº 3, p. 182–200, 1991.

MAXWELL D.; VORST, R. Van Der. Developing sustainable products and services, **Journal of Cleaner Production** ed. 11, p. 883–895, 2003.

MELNYK, S., SROUFE, R., CALANTONE, R., Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. **Journal of Operations Management** **21**, p. 329-351, 2003.

MO, X.; Hu, J.; SUN, X. S.; RATTO, J. A. Compression and tensile strength of low density straw-protein particleboard. **Ind. Corps Prod**. Ed. 14, p. 1-9, 2001.

MO, X.; CHENG, E., WANG, D.; SUN, X. S. Physical properties of medium density wheat straw particleboard using different adhesive. **Ind. Corps Prod**. Ed. 21, p. 47-53, 2003.

MONROY, Yu Hu, C. R. Chinese energy and climate policies after Durban: Save the Kyoto Protocol. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Ed. 26, p. 3243-3250, 2012.

MORAES, M. A. F. D. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. Cadeia: madeira e móveis. Nota técnica final, Campinas UNICAMP-IE-NEIT, 2002.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil 2000.

OTERO, Maria L. D'Almeida. **Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. Vol I. São Paulo: Senai/IPT, 1981.

PAN, Z., CATHCART, A. Characteristics of particleboard bound with rice bran based adhesive. **ASAE Paper N^o 046058**. **ASAE St. Joseph, MI**, 2004.

PENG, W.; FANTA, G. F.; ESKINS, K. **Particleboard made with starch based adhesives**. TEKTRAN. United States Department of Agriculture, Agricultural, 1997. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/ttic/tektran/data/000008/61/0000086189.html>.

PESSOA, C. Ecologia no Quotidiano. **Pública**, 5328 (439), pp.80 2004.

PROBERT, E. J., DAWSON, G. F., COCKRILL, A., Evaluating preferences within the composting industry in Wales using a conjoint analysis approach. **Resour. Conserv. Recycling** ed. 45, p.128–141, 2005.

PORTER, M.; LINDE, C. V. Ser verde também é ser competitivo. **Exame**, São Paulo, set. 1995.

RUSSO, M. V., FOUTS, P. A. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. **Academy of Management Journal** Ed. 40, p.534-559, 1997.

SANTOS, Rafael José dos. **Antropologia para quem não vai ser antropólogo**. Porto Alegre: Tomo Editorial, p.17-36, 2005.

SAMPATHRAJAN, A.; VIJAYARAGHAVAN, N. C; SWAMINATHAN, K. R. Mechanical and thermal properties of particleboards made from farm residues. **Bioresour Technol** Ed. 40, p.249-251, 1992.

SAYRE, D. **Inside ISO 14001: the competitive advantage of environmental management**. St. Lucie Press, Delray, Beach, FL., 1996.

SCHALTEGGER, S.; FIGGE, F. Environmental shareholder value: economic success with corporate environmental management. **Eco-Management and Auditing**. ed. 7 p. 29-42, 2000.

SCHNEIDER, V. E.; HILLIG, É.; BERTOTTO FILHO, L. A.; RIZZON, M. R. **Geração de resíduos de madeira e derivados no Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha – Diagnóstico e indicativos para o gerenciamento ambiental na indústria moveleira.** In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004, Natal - RN - Brasil. Anais. Rio de Janeiro/RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004.

SEBRAE (SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS). **Serviços/Legislação:** critérios de classificação de empresas. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso: setembro, 2011.

SEIFFERT, M. E. B. **Modelo de Implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA-ISO14001) segundo a abordagem da Engenharia de Sistemas.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis; 2002.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental. Implantação objetiva e econômica.** São Paulo: Atlas 2^a ed., 2006.

SEIFFERT, M. E. B. Environmental impact evaluation using a cooperative model for implementing EMS (ISO 14001) in small and medium-sized enterprises. **Journal of Cleaner Production.** Vol. 16 p. 1447-1461, 2008.

SELLERS, T. Wood adhesive innovations and applications in North American. **Forest Prod. J.** 51. Ed. 6, p. 12-22, 2002.

SHIH, K. H.; CHEN, H. J.; CHEN, J. C. H. Assessment of sustainable development and knowledge of environmental management Internal auditors' perspectives. **Industrial Management & Data Systems.** Vol. 106, n^o 6 p. 896-909, 2006.

SINDMÓVEIS (SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO). **Empresas Associadas/Afiladas.** Disponível em: http://www.sindmoveis.com.br/port/?page=associados3&palavra=Palavra+Chave&selecionando=&tipo=materia_prima&subItem=Chapas&letra=D&tipo_empresa=tod as&busca=custom&imageField.x=58&imageField.y=18. Acesso: setembro, 2011.

SONG, X. M.; DI BENEDETTO, C. A.; ZHAO, Y. L. Pioneering advantages in manufacturing and service industries: empirical evidence from nine countries. **Strategic Management Journal.** ed. 20, p. 811-836, 1999.

SROUFE, R. **Environmental Management Systems: Implications for Operations Management and Firm Performance.** Ph. D. Dissertation. Michigan State University, Michigan; 2000.

TEIXEIRA, M. F. **Substituição de Matéria-Prima Virgem por Matéria-Prima Alternativa na Indústria de Madeira Reconstituída.** Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário Univates, Lajeado, dez. 2011.

THOMPSON, R., SIMPSON, T. and Le, G.C. "Environmental auditing", **Internal Auditor**, Vol. 50 N^o. 2, p. 19-22, 1993.

TIBOR, T.; FELDMAN, I. ISO 14001: A Guide to the New Environmental Management Standards. **Irwin, Burr Ridge, IL**, 1996.

TRUNG, D.; KUMAR, S. Resource use and waste management in Vietnam hotel industry. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 13, p. 109–116, 2005.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas 2000.

VICK, C. B. Adhesive bonding of wood materials. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Chapter 9. Gen. Tech. Rept. FPL-GRT-113. **USDA Forest Serv., Forest Prod. Lab., Madison, WI** p. 1-24, 1999.

VITERBO, Jr. J. **Sistema integrado de gestão ambiental**. São Paulo: Aquariana, 1998.

WAGNER, M. How to reconcile environmental and economic performance to improve corporate sustainability: corporate environmental strategies in the European paper industry. **Journal of Environmental Management** ed. ed. 76 p. 105-118, 2005.

WAHBA, H. Does the market value corporate environmental responsibility? An empirical examination. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**. ed. 15 p. 89-99, 2008.

WALLEY, N.; WHITEHEAD, B. It's not easy being green. **Harvard Business Review**. ed. 72 p. 46-52, 1994.

WANG, D.; SUN, X. Low density particleboard from wheat straw and corn pith **Ind. Crops Prod**. ed. 15 p. 43-50, 2002.

WRIGHT, R. **Environmental Science: Towardt A. Sustainable Future**, 9/E. Londres, Prentice Hall, 2004.

ZHONG, Z.; SUN, X. S.; FANG, X.; RATTO, J. A. Adhesive strength of guanidine hydrochloride-modified soy protein for fiberboard application. **Int. J. Adhes. Adhes.** ed. 22. p. 267–272, 2002.

ZHOU, D.; MEI, C. Development of agriculture straw material industry in 21st century (in Chinese). **J. Nanjing For. Univ. China**. ed. 24. p. 1-5, 2000.

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**. ed. 22. p. 265–289, 2004.

7 ANEXOS

ANEXO 1 FORMULÁRIO PARA A COLETA DE DADOS DENTRO DAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS SELECIONADAS

Nome da Empresa: _____

Número de Empregados: _____

Classificação da Empresa: () Microempresa () Pequena
 () Média () Grande

Legenda (Porte)	
Funcionários	Porte
até 19	Microempresa
até 99	Pequena
até 499	Média
acima 500	Grande
*Segundo os critérios do Sebrae.	

1. A QUANTO TEMPO A EMPRESA ESTÁ NO MERCADO?

2. QUAIS TIPOS DE MÓVEIS QUE A EMPRESA FABRICA?

() Móveis em série () Móveis sob medida
 () Cozinha () Escritório () Quarto () Banheiro

3. QUAIS MATÉRIAS-PRIMAS DE MADEIRA A EMPRESA UTILIZA E QUAL É O TAMANHO DAS CHAPAS?

() MDP: _____ () MDF: _____
 () Outras: _____

4. QUANTOS FORNECEDORES FORNECEM AS MATÉRIAS-PRIMAS DE MADEIRA PARA A EMPRESA E QUAL FOI A QUANTIDADE COMPRADA EM 2010 e 2011 (VOLUME EM M³)?

MDP: _____

MDF: _____

Outras: _____

5. QUAL FOI O CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS DE MADEIRA EM M³ NOS ANOS DE 2010 e 2011? (volume em M³)?

() MDP: _____ () MDF: _____
 () OUTROS: _____

6. QUAL FOI O PERCENTUAL DE APROVEITAMENTO DAS MATÉRIAS-PRIMAS DE MADEIRA NOS ANOS DE 2010 e 2011?

() MDP: _____ () MDF: _____
 () OUTROS: _____

7 QUAL É A METRAGEM MÉDIA DE PERDA NO CORTE DE UMA CHAPA?

8 QUAL TIPO DE RESÍDUO DE MADEIRA QUE A EMPRESA GERA E QUAL O PERCENTUAL DA PERDA?

() retalhos: _____% () tiras longas e curtas: _____%
 () serragem/Pó: _____% () cavacos: _____%

9. QUAL O CONSUMO MENSAL DE ENERGIA DA EMPRESA EM KW/HORA?

10. SISTEMA DE GESTÃO E INDICADORES AMBIENTAIS (Sistemas de Gestão ISO)

10.1 A empresa possui sistema de gestão ambiental?

() SIM () NÃO

10.2 O sistema é certificado?

() SIM () NÃO

10.3 Qual o tipo de Certificação?

10.4 Qual o destino em % dos resíduos de madeira que a empresa gera?

() deposição em aterro _____ %

() queima _____ %

() reciclagem/reaproveitamento na empresa _____ %

() Venda _____ %

() Doação _____ %

ANEXO 2 CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA ENTREVISTA

Circular 12/PROPEX/UNIVATES

Lajeado/RS, 21 de Outubro de 2011

Senhor(a)

Apresentamos o aluno Marciano Ricardo Koch, regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* - **Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento** (PPGAD), autorizado pelo Parecer CNE/CES nº. 33, de 20/02/2008, Portaria MEC nº. 524, de 29/04/2008, publicado no D.O.U. em 30/04/2008, Seção 01, pág. 16 e promovido pela Pró-Reitoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação do Centro Universitário UNIVATES.

Informamos que o aluno almeja realizar entrevistas com empresas do pólo moveleiro da região de Bento Gonçalves acerca do tema “**Gestão de resíduos sólidos de uma empresa de aglomerados - um olhar para a sustentabilidade**”. As entrevistas correspondem à pesquisa de campo para o desenvolvimento do trabalho de dissertação do referido curso.

Esperando contar com seu apoio, agradecemos a acolhida dispensada ao aluno.

Atenciosamente

Claus Haetinger
Pró-Reitor de Pesquisa, Extensão e
Pós-Graduação

Eduardo Périco
Coordenador do PPGAD

ANEXO 3 PORTARIA Nº 009/2012, DE 08 DE FEVEREIRO DE 2012.



PORTARIA Nº 009/2012, DE 08 DE FEVEREIRO DE 2012.

Dispõe sobre o regramento para o uso de derivados de madeira, em especial MDP e MDF (*Medium Density Fiberboard* e *Medium Density Particleboard*), não contaminados, como combustível alternativo/principal.

O Diretor Presidente da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler - FEPAM, no uso das atribuições legais que lhe são conferidas pela Lei Estadual n.º 9.077, de 04 de junho de 1990, de criação da FEPAM, e, arroladas no Decreto Estadual n.º 33.785, de dezembro de 1990 e,

CONSIDERANDO:

O § 1º do art. 217, da Lei Estadual nº 11520, de 03 de agosto de 2000 (Código Estadual Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul) que define que o enfoque a ser dado pela legislação pertinente deve, entre outras, estabelecer a destinação adequada para os resíduos sólidos gerados;

A Lei Estadual nº 9921 de 27 de julho de 1993 que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado;

A existência e viabilidade técnica de sistemas de uso de combustível alternativo;

A proteção dos recursos atmosféricos do Estado do Rio Grande do Sul, bem como a saúde da população;

A grande geração dos resíduos em questão no Estado do Rio Grande do Sul, em especial em indústrias moveleiras;

A necessidade de redução de emissões atmosféricas oriundas do processo de queima de MDF/MDP bem como a redução de substâncias perigosas persistentes em processos de combustão;

A importância de padrões específicos para o uso de subprodutos/sobras de MDF/MDP como combustível alternativo;

RESOLVE:

Art. 1º - Para efeito desta Portaria são adotadas as seguintes definições:

I - MDF (*Medium Density Fiberboard*): material de média densidade constituído a partir da aglutinação de fibras de madeira com resinas sintéticas e ação conjunta de temperatura e pressão.



II - MDP (Medium Density Particleboard): material produzido com a aglutinação de partículas de madeira com resinas especiais, através da aplicação simultânea de temperatura e pressão, resultando em um painel homogêneo e de grande estabilidade dimensional.

III - Geração de calor por combustão externa: processo de queima de derivados da madeira, realizado em qualquer forno ou caldeira, cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado.

Art. 2º - Materiais derivados de MDP, MDF e assemelhados, na forma de cavacos, serragem, pó de lixamento, aglomerado, compensado e demais derivados poderão ser utilizados como combustível em processo de geração de calor por combustão externa, em caldeiras e fornos nos quais a temperatura mínima na zona de queima seja superior a 750 °C, desde que não tenham sido tratados com produtos halogenados, anti fungicos, tintas, vernizes, adesivos e revestidos de plásticos, PVC ou quaisquer outros revestimentos, exceto papel melaminico puro;

Parágrafo Único – As caldeiras e fornos mencionados no caput deste artigo deverão possuir, necessariamente, em operação, sistema de controle de temperatura na zona de queima, devidamente calibrado e com visor/registrador de dados de fácil acesso;

Art. 3º - É vetado o uso como combustível, em quaisquer processos de geração de calor por combustão, ou queima de MDP, MDF e assemelhados/derivados (na forma de placas, cavacos, serragem, pó de lixamento, aglomerado, compensado e demais derivados), em atividades de indústrias alimentícias, padarias, churrascarias, fornos em geral e demais atividades nos quais haja contato direto dos produtos da queima com produtos alimentares;

Art. 4º - É vetado o uso como combustível de qualquer derivado de madeira (em forma de lenha, cavacos, serragem, pó de lixamentos, cascas, aglomerados, compensados ou MDF, MDP e assemelhados), que tenham sido tratados e/ou apresentem contaminação com produtos halogenados, anti fungicos, tintas, vernizes, adesivos e revestidos de plásticos e/ou PVC;

Art. 5º - A utilização de MDP e MDF e seus derivados como combustível em casos de co-processamento em fornos de clínquer no Estado do Rio Grande do Sul dependerá de prévio licenciamento junto à FEPAM;

Art. 6º - Ficam estabelecidos os seguintes limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão de MDF/MDP aplicáveis a esta Portaria:

POLUENTE	LIMITE MÁXIMO DE EMISSÃO
Compostos orgânicos voláteis	20 mg/Nm ³ (*)
Formaldeído	2 mg/Nm ³ (*)

(*) em base seca e condições normais



Art. 7º - Poderão ainda, conforme a localização do empreendimento e tecnologias praticadas nos processos de combustão e controle, ser estabelecidos limites de emissão mais restritivos que os previstos no Artigo 6º desta Portaria, conforme processos licenciatórios a serem realizados no Estado do Rio Grande do Sul;

Art. 8º- Os empreendimentos que processam resíduos de MDP, MDF e assemelhados/derivados na forma de placas, cavacos, serragem, pó de lixamento, aglomerado, compensado e demais derivados, visando seu aglutinamento/peletização para a formação de briquetes/pellets, deverão atender a todos os itens desta Portaria e possuir licenciamento ambiental específico;

Art. 9º - As empresas geradoras dos resíduos em questão deverão realizar o controle e a rastreabilidade dos mesmos, devendo garantir que sua destinação final atenderá a todos os itens desta Portaria;

Art. 10º – Esta Portaria estará disponibilizada no sítio da FEPAM, com a finalidade de dar publicidade aos atos administrativos praticados.

Art. 11º - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Porto Alegre, 08 de fevereiro de 2012

Carlos Fernando Niedersberg
Diretor-Presidente da FEPAM

Publicado no Diário Oficial - DOE de 15/02/2012 Página 65