



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS SÃO GABRIEL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERRARIA E
SEU POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Mariane Pires Cabreira

**São Gabriel, RS – Brasil.
2011**

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERRARIA E SEU POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO

Mariane Pires Cabreira

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pampa — UNIPAMPA, *Campus* São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Engenheira Florestal**.

Orientadora: Daniela Silva Lilge

**São Gabriel, RS, Brasil
Junho de 2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS DE SÃO GABRIEL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERRARIA E SEU POTENCIAL
DE UTILIZAÇÃO**

elaborado por
Mariane Pires Cabreira

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Engenheira Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Daniela Silva Lilge, Msc.
(Presidente/Orientadora)

Ediane Andreia Buligon, Eng. Ftal.
(UFSM)

Magnos Alan Vivian, Eng. Ftal.
(UFSM)

São Gabriel, 30 de junho de 2010.

"Para realizar grandes conquistas,
devemos não apenas agir, mas também sonhar;
não apenas planejar, mas também acreditar."

(Anatole France)

Dedico esta monografia a meus pais, Mario Tadeu Cabreira e Urânia Mendes Pires, que em nenhum momento mediram esforços para a realização dos meus sonhos, sempre me apoiando, motivando e ensinando a ser uma pessoa melhor. A meus avós pelas palavras, orações, abraços e aconchego. A todos vocês devo a pessoa que me tornei.

Agradecimentos

Aos meus pais pelo amor, dedicação e apoio, ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los.

À minha sobrinha Eduarda, pelos momentos de descontração e carinho, dando-me motivação para seguir em frente.

Ao meu irmão Maikel, agradeço pelas nossas diferenças, mas que sempre nos uniam pelo amor de um para com o outro.

Aos meus avós, por acreditarem e torcerem sempre por mim, me incentivando em todos os momentos em que precisei.

À minha família, pelo carinho, confiança e apoio.

À minha orientadora, Professora Daniela Silva Lilge, pela confiança, apoio, paciência e incentivo.

A todos os Professores do curso de Engenharia Florestal, pelos conhecimentos transmitidos, paciência e dedicação.

À Guilherme Santana, pelo carinho, apoio e à presença constante durante a elaboração desta monografia.

Aos colegas, pelo aprendizado, pela diversão, pela convivência e pela amizade.

Enfim a todos que contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Muito obrigada.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal do Pampa

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERRARIA E SEU POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO

AUTORA: MARIANE PIRES CABREIRA

ORIENTADORA: DANIELA SILVA LILGE

Data e Local da Defesa: São Gabriel, 30 de junho de 2011.

Os resíduos, geralmente, são considerados como um problema na industrialização da madeira, pois sua deposição e uso adequado causam custos elevados que muitas vezes à empresa deseja evitar. Grande parte das serrarias escolhe descartar estes resíduos da maneira mais rápida e com menos custos. Portanto é necessário o desenvolvimento de alternativas que viabilizem a reciclagem do resíduo do processamento de madeira agregando-lhe valor, tornando-se assim uma opção atrativa. Sendo assim a elaboração do presente trabalho justifica-se, pois o conhecimento da quantidade, da qualidade e de possíveis alternativas de uso pode dar à estes resíduos um destino viável. Os principais problemas encontrados nas indústrias onde os resíduos de madeira não são utilizados, ou quando utilizados, ainda em quantidade insuficiente, estão relacionados à necessidade de espaço de depósito, desperdício de matéria-prima com potencial de uso em outros produtos, maior necessidade de matéria-prima gerando grandes impactos as florestas, e, além disso, custos elevados para manuseio e descarte em empresas de pequeno à médio porte. Atualmente existem várias opções de aproveitamento dos resíduos do processamento da madeira podendo gerar uma nova alternativa econômica para as empresas, aumentando a geração de renda e de novos empregos, assim como pode colaborar para a racionalização dos recursos florestais.

Palavras-chave: Resíduos de serrarias. Classificação de resíduos madeireiros. Aproveitamento de resíduos madeireiros.

ABSTRACT

Course Conclusion Work
Graduation Course in Forest Engineering
Federal University of Pampa

SAWMILLS RESIDUE CLASSIFICATION AND ITS POTENTIAL USE

AUTHOR: MARIANE PIRES CABREIRA

ADVISER: DANIELA SILVA LILGE

Date and place of Defense: São Gabriel, June 30th 2011

This residue is mostly considered as a trouble when it refers to industrialized wood. It happens because residue storage and proper use generate high cost that is not welcomed by any company's administration. Most of the Sawmills choose to get rid of these residue as fast and cheap as possible. Considering this, it is necessary to develop alternatives that allow the residue recycling adding some value to it, in a way to make this option more attractive. That's why this study is so important as we must find out not only the quantity of possible alternatives to give a properly destination to the referred residue but also their quality and availability. The main troubles faced by Industries where the residue is not used or i used in a non-significant amount, are related to lack of space to store the product, the waste of raw material that could be used in other items, the crescent demand of raw material that somehow endangers our forests. Besides, residue handling and discarding are too expensive to be afforded by most of the Companies, specially the not big ones. Nowadays there are several options to reutilize this wood residue generating extra income to the Companies and new jobs as well as collaborating to a rational use of our forests.

Key Words : Sawmills Residue. Residue Classification. Wood Residue Utilization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Prós e contras da aplicação da combustão direta e incineração no Brasil	26
Tabela 2 – Prós e contras da aplicação da gaseificação no Brasil	27
Tabela 3 – Prós e contras da aplicação da pirólise no Brasil	28
Tabela 4 – Prós e contras da fabricação e utilização de péletes e briquetes no Brasil	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes tipos de resíduos de madeira sendo descartados e/ou queimados no pátio de uma serraria	17
Figura 2 – Serragem ou pó-de-serra.....	18
Figura 3 – Serragem ou pó-de-serra.....	18
Figura 4 – Costaneiras	19
Figura 5 – Maravalha	20
Figura 6 – Maravalha	21
Figura 7 – Cavacos	22
Figura 8 – Casca de madeira.....	23
Figura 9 – Forno de incineração de resíduos dos tipos serragem e maravalhas	26
Figura 10 – Briquetes	30
Figura 11 – Resíduos de serraria no RS com potencial de utilização na fabricação de chapas aglomeradas	36
Figura 12 – Fluxograma simplificado do processo de produção de Aglomerados	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 RESÍDUOS.....	13
3 RESÍDUOS: LEGISLAÇÕES E NORMAS.....	13
4 RESÍDUOS DE SERRARIAS.....	15
4.1 SERRAGEM OU PÓ DE SERRA	17
4.2 COSTANEIRAS	19
4.3 MARAVALHAS.....	20
4.4 CAVACOS (APARAS, REFILOS E DESTOPOS)	21
4.5 CASCA.....	22
5 UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERRARIA.....	23
5.1 USO DOS RESÍDUOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA.....	24
5.1.1 Combustão Direta e Incineração	25
5.1.2 Gaseificação.....	27
5.1.3 Pirólise.....	28
5.1.4 Briquetagem e Peletização.....	29
5.2 USO DOS RESÍDUOS NA PRODUÇÃO DE POLPA E PAPEL	31
5.3 USO DOS RESÍDUOS PARA CAMA DE AVIÁRIO	32
5.4 USO DOS RESÍDUOS COMO SUBSTRATO VEGETAL	33
5.5 USO DOS RESÍDUOS NA FABRICAÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS	35
5.5.1 Produção de painéis aglomerados	37
5.5.2 Aplicações dos painéis aglomerados	38
5.6 OUTRAS FINALIDADES	39
6 CONCLUSÃO	40
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos geralmente são considerados como um problema na industrialização da madeira, pois sua deposição e uso adequado causam custos elevados que muitas vezes a empresa deseja evitar. O conhecimento da quantidade, da qualidade e de possíveis alternativas de uso pode dar a este material um destino viável.

O aproveitamento de resíduos gerados no processamento da madeira pode ser uma nova alternativa econômica para as empresas, aumentando a geração de renda e de novos empregos, assim como colaborar para a racionalização dos recursos florestais. Na atividade madeireira, o aproveitamento de resíduos gerados pela extração e industrialização da madeira pode beneficiar, desde indústrias de processamento primário até fábricas de móveis. No Brasil, os resíduos da extração e da industrialização de madeira são geralmente aproveitados para a conversão em energia através da queima. Além do desperdício de recursos naturais e do impacto ao meio ambiente, este tradicional uso não leva em conta o potencial econômico destes materiais (FEITOSA, 2007).

Grande parte dos resíduos sólidos, da cadeia produtiva da madeira, é gerada no processamento da madeira serrada. O percentual de resíduos gerados pode sofrer variações em função de diversos fatores como máquinas utilizadas, tipo de matéria-prima e dimensões das toras. Ainda, ocorrem perdas significativas no desdobro e nos cortes de resserra, que para madeiras de reflorestamento se situam entre 20% e 40% do volume das toras processadas (HILLIG et al., 2006).

Segundo Bonduelle et al (2002) apud Fagundes (2003), por muito tempo as serrarias e as indústrias de fabricação de compensado laminado foram grandes geradoras de resíduos como serragem, cavacos de picadores, refilos de lâminas, e roletes. Estes eram descartados, ou aproveitados apenas como combustível para caldeira. Com o decorrer do tempo estes resíduos passaram a ser aproveitados na fabricação de chapas de madeira reconstituída.

O aproveitamento dos resíduos tem sido uma questão importante a ser considerada no processo de desdobro da madeira. Ainda que grande parte das serrarias escolha descartar estes resíduos da maneira mais rápida e com menores custos, é necessário desenvolver alternativas que viabilizem a reciclagem do resíduo

do processamento de madeira agregando-lhe valor, tornando-se assim uma opção atrativa (FAGUNDES, 2003).

A reciclagem de resíduos exige uma mudança na cultura da empresa geradora. Dificilmente o resíduo venha a ser o negócio primordial, e terá que ser tratado de duas formas: como resíduo e como produto, pois passará a contar com consumidores preocupados com prazos, qualidade, etc.. Além disso, com o objetivo de maximizar os benefícios da reciclagem do resíduo, poderão ser requeridas mudanças no processo de produção ou gestão dos resíduos, de forma a ampliar a sua capacidade de ser reciclado (JONH, 2000).

Além da madeira extraída das florestas ou reflorestamentos, os resíduos industriais florestais ou de agricultura, também podem ser utilizados como matéria-prima na fabricação de painéis aglomerados (DACOSTA, 2004).

Segundo Roque (1998), as fábricas de madeira aglomerada utilizam, principalmente, as seguintes fontes de matéria-prima:

- a) resíduos industriais (serrarias, fábricas de móveis e de chapas);
- b) resíduos provenientes de exploração florestal (toras curtas, galhos etc);
- c) madeiras de qualidade inferior, não industrializáveis de outra forma;
- d) madeira proveniente de trato silviculturais de florestas plantadas; e,
- e) reciclagem de madeira sem uso (demolições, etc).

Segundo Smith (1997) apud Dacosta (2004), o uso de resíduos de madeira na fabricação de chapas de fibras aglomeradas é um desafio, pois embora a maior parte dos resíduos possa ser utilizada, é fundamental que seja um resíduo limpo, livre de contaminantes. Os contaminantes podem ser divididos em três categorias: os duros (metais, pedras, etc), os macios (plástico, borracha, etc), e a sujeira (lama e areia). Para um melhor aproveitamento dos resíduos é necessário que as serrarias se adaptem ao desdobro de madeira sem casca.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi revisar a bibliografia determinando a classificação dos resíduos provenientes das serrarias e os usos potenciais dos mesmos.

2 RESÍDUOS

Define-se resíduo como tudo aquilo que não é aproveitado, que sobra, que não possui valor, sendo, então, considerado como lixo, o qual precisa ser eliminado. Porém atualmente existem várias opções de aproveitamento dos resíduos tornando-os rentáveis, além de minimizar os efeitos nocivos ao meio ambiente (LIMA; SILVA, 2005).

A maior parte dos resíduos gerados no Brasil, incluindo os resíduos madeireiros, não é gerenciada corretamente, pois muitas empresas alegam que o custo/ benefício não viabiliza essa atividade. O enquadramento das empresas como fonte poluidora, de acordo com a constituição, é relacionado à destinação inadequada de seus resíduos, ocasionando desconforto, além de diversas conseqüências negativas, tanto sociais, como ambientais (BORGES, 1993 apud DUTRA; NASCIMENTO, 2003).

3 RESÍDUOS: LEGISLAÇÕES E NORMAS

A Constituição Federal de 1988, art.225, parágrafo 3º, estabelece que: “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar os danos causados”.

Sendo assim, os responsáveis por danos causados ao meio ambiente devido a falta de administração de seus resíduos estarão sujeitos à pagamento de multas e punições penais e administrativas. Os danos provocados ao meio ambiente serão de responsabilidade de seu autor, sendo este obrigado a repará-los. Porém na maioria dos casos a recuperação do dano é mais complicada e onerosa que sua prevenção através de técnicas de aproveitamento destes resíduos (MAROUN, 2006; WYSE, 2007).

A legislação ambiental brasileira é rigorosa em relação ao descarte de resíduos de madeira, exigindo grandes investimentos no seu controle e destinação.

O melhor aproveitamento dos resíduos da madeira pode evitar a escassez de matéria-prima e sua conseqüente valorização (FAGUNDES, 2003).

Segundo Wise (2007, p. 31)

Para tratar as questões dos resíduos industriais, o Brasil possui legislações e normas específicas. Pode-se citar a Constituição Brasileira em seu artigo 225, que dispõem sobre a proteção ao meio ambiente; a Lei 6.938/81, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente; a Lei 6.803/30, que dispõem sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição; as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA 257/263 e 258.

Na ausência de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, as normas técnicas (NBRs) relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT são as regulamentações amplamente adotadas no Brasil.

A difusão da ISO 14000 poderá incentivar as empresas a investirem em tecnologia para o aproveitamento dos resíduos, visando uma melhor aceitação de seus produtos no mercado. Pois se aderirem à norma, deverão administrar de forma adequada seus resíduos, estando sujeitas à fiscalização pelos órgãos ambientais (KRAEMER, 2005).

No dia 31 de maio de 2004, a ABNT publicou nova versão da sua norma NBR 10004 – Resíduos Sólidos. Esta norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente, tornando-se uma ferramenta básica para os órgãos fiscalizadores (NBR 10004, 2004).

A partir da classificação estipulada pela Norma NBR 10004, o gerador de um resíduo pode facilmente identificar o potencial de risco do mesmo, bem como identificar as melhores alternativas para destinação final e reciclagem. Esta versão classifica os resíduos em três classes distintas: classe I (perigosos), classe II (não-inertes) e classe III (inertes) (NBR 10004, 2004). Em que:

- Classe I – Resíduos perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Classe II – Resíduos não-inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.

- Classe III – Resíduos inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização, não tem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis, não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

4 RESÍDUOS DE SERRARIAS

Serraria pode ser definida como o local onde toras são recebidas, armazenadas e processadas em madeira serrada, sendo posteriormente estocadas por um determinado período para secagem (ROCHA, 2002).

Foi no momento em que madeiras de espécies de rápido crescimento começaram a ser desdobradas em serrarias, que iniciaram-se as dificuldades na adequação do sistema do desdobro. Isso porque a madeira de pinus, por exemplo, difere das nativas, principalmente em relação à suas dimensões, proporcionando baixo rendimento e gerando muitos resíduos, os quais geralmente não são aproveitados (OLANDOSKI et al., 1998).

Para um bom desempenho de uma serraria, é necessário avaliar se as operações estão sendo realizadas adequadamente conforme diversos parâmetros. Dentre estes, dois divulgam com clareza o desempenho de uma serraria: o rendimento e a eficiência (ROCHA, 2002).

A eficiência é a relação entre o volume de toras desdobradas em determinado período e o número de funcionários envolvidos nesse desdobro. Dessa forma, embora a eficiência influencie na produtividade da empresa, ela não gera diferenças na produção de resíduos (ROCHA, 2002).

O rendimento, por sua vez, está diretamente ligado à produção de resíduos, pois todo o volume de madeira em tora que não é transformado em madeira serrada é considerado resíduo. Assim esse parâmetro é definido pela relação entre o volume de tábuas serradas no lote e o volume de toras do lote, conforme equação abaixo (MURARA JÚNIOR; ROCHA; TIMOFEICZIK JÚNIOR, 2005):

$$R\% = (\Sigma V_t / \Sigma V) * 100$$

Onde:

R% = rendimento em madeira serrada obtida de um lote (%);

ΣV_t = somatória dos volumes de todas as tábuas serradas no lote (m^3);

ΣV = somatória dos volumes de todas as toras do lote (m^3).

Segundo Rocha (2002) “o rendimento de uma serraria pode variar de 55 a 65% para coníferas e de 45 a 55% para folhosas”. Os fatores responsáveis pela variação do rendimento são: a qualidade dos povoamentos, das máquinas utilizadas, práticas de desdobro e da preparação e conhecimento dos operários. Em algumas serrarias que desdobram madeira de reflorestamento e que estão consorciadas com indústrias de celulose ou de chapas de partículas e fibras, o rendimento pode chegar a 40%, neste caso, a serraria só aproveita o miolo da tora, transformando o restante, 60%, em cavacos para as outras indústrias (ROCHA, 2002).

Os resíduos de madeira apresentam maior dificuldade de decomposição no ambiente, devido ao seu elevado conteúdo de carbono. Os mesmos quando expostos ao ar livre em locais impróprios entram em contato com a água da chuva liberando, assim, substâncias com alto teor de fenóis e taninos causando contaminação do solo, corpos hídricos e lençol freático (CARDOSO, 2006).

São diversos os tipos de resíduos gerados na etapa do desdobro madeireiro (Figura 1). Esses resíduos podem ser classificados em: serragem ou pó de serra, costaneiras, lascas, maravalhas, resíduos do refilamento, aparas ou destopo e casca (DACOSTA, 2004).



Figura 1 – Diferentes tipos de resíduos de madeira sendo descartados e/ou queimados no pátio de uma serraria. Fonte: ARAUJO, 2003.

4.1 Serragem ou pó de serra

A serragem (Figuras 2 e 3) é o produto da passagem da lâmina de serra de redução na tora, formada por pequenas partículas de madeira cujo volume é significativo. É considerado como o resíduo que desperta menor interesse para o aproveitamento, pois, além de ser um resíduo sujo (com elevada impureza) inviabiliza-o para o emprego em outros produtos com base na madeira. Apresenta dificuldades para combustão, quando não na forma de briquetes ou não esteja associado a outro resíduo de madeira sólida. Outro fator negativo é o longo tempo necessário para a degradação, dificultando sua utilização na compostagem agrícola. Sua maior utilização tem sido como substrato de solo, cama em criadouros de aves, cavalos e outros animais (FAGUNDES, 2003; DUTRA; NASCIMENTO, 2003; LIMA; SILVA, 2005).

A serragem é, particularmente, aquele resíduo que tem maior rigor da fiscalização ambiental, por sua fácil disseminação pelo vento. Mesmo assim, pelas

dificuldades em encontrar-lhe uma utilidade, muitas serrarias, mesmo ilegalmente, ainda realizam a queima e deposição irregular dos resíduos (FAGUNDES, 2003).



Figura 2 – Serragem ou pó-de-serra. Fonte: autor, 2011.



Figura 3 – Serragem ou pó-de-serra. Fonte: autor, 2011.

4.2 Costaneiras

As costaneiras (Figura 4) são tábuas com uma face plana e outra curvilínea, onde se encontra o alburno e, parte do cerne. Elas são geradas no desdobro primário, etapa em que a madeira útil é separada do material que, teoricamente, não possui valor agregado. Este material é descartado como resíduo devido à sua forma, fora dos padrões desejáveis para o desdobro e à presença do alburno, que o torna mais suscetível ao ataque de xilófagos (LEITE, 2006).

As costaneiras, em geral, são utilizadas como lenha para a produção de energia, e no caso do eucalipto, são empregadas como paredes de revestimento externo, especialmente para quiosques, galpões e construções rústicas. Neste caso, as costaneiras são selecionadas, dimensionadas e refiladas para que possam ter tal uso. Embora exista um mercado para as costaneiras, trata-se de um produto de baixo valor agregado, pois, além de sua forma irregular, ainda há a característica supracitada de percentual elevado de alburno, implicando em degradação mais rápida (FAGUNDES, 2003).



Figura 4 – Costaneiras. Fonte: autor, 2011.

4.3 Maravalhas

Define-se maravalhas (Figuras 5 e 6) como sendo aqueles resíduos gerados pelas plainas nas serrarias e beneficiadoras. As serrarias são responsáveis pelo processamento, propriamente dito da madeira, enquanto as beneficiadoras são indústrias que adquirem a madeira já transformada e a processam em componentes para móveis, esquadrias, pisos, forros, etc (HILLIG et al., 2006).

No Rio Grande do Sul este resíduo também é encontrado junto àquelas serrarias com produção verticalizada onde, além do desdobro, é realizada a secagem e o beneficiamento. O beneficiamento através da plaina é realizado em uma linha de produção junto à serraria gerando a maravalha, que mistura-se com a serragem do desdobro nos pátios da serraria ou nos silos de armazenamento de resíduos. As aparas de plaina ou maravalha ainda são produzidas em serrarias que realizam o reprocessamento ou resserra de peças com defeitos (peças com rachaduras, empenamentos, colapso, nós, bolsas de resina e defeitos de grã). A resserra, para a transformação em novos produtos, é a principal forma empregada pelas serrarias para o aproveitamento de peças com defeitos não comercializadas como madeira de qualidade inferior (FAGUNDES, 2003).

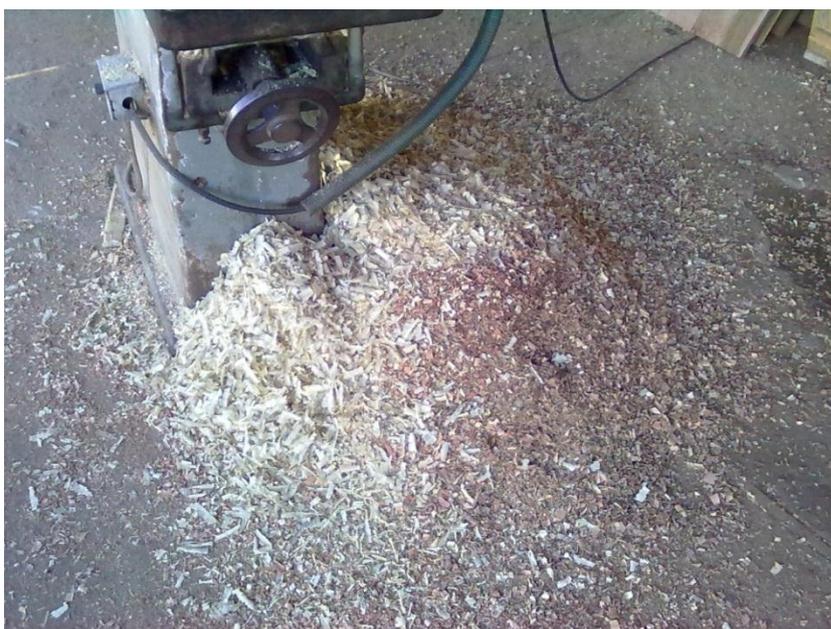


Figura 5 – Maravalha. Fonte: autor, 2011.



Figura 6 – Maravalha. Fonte: autor, 2011.

4.4 Cavacos (aparas, refilos e destopos)

Referem-se aqueles resíduos da padronização do comprimento e da largura das peças (refilo), que são as aparas das pontas e laterais das tábuas (destopos e refilos), pranchas ou outras peças de seções quadradas e retangulares (FAGUNDES, 2003).

O cavaco (Figura 7) é constituído por pequenos pedaços de madeira, entre 5 e 50 mm de comprimento, provenientes da picagem ou destroçamento das peças, sua qualidade está relacionada a matéria-prima e as técnicas utilizadas no processamento da madeira (LIPPEL, 2011).

Cavacos produzidos nas serrarias, com uma percentagem de umidade da ordem dos 40 - 50%, podem ser usados, por exemplo, na indústria de pasta de celulose e papel ou no fabrico de aglomerados e outros painéis. Este cavaco tem melhores propriedades de combustão, mas é considerado muito úmido para as caldeiras pequenas, a não ser que seja seco antes de destroçado (LIPPEL, 2011).



Figura 7 – Cavacos. Fonte: autor, 2011.

4.5 Casca

As cascas (Figura 8), revestimento externo das toras, deveriam ser deixadas, através do descascamento mecânico ou manual, preferencialmente no talhão de onde foi retirada a tora. Assim, além de reduzir parte do volume a ser transportado possibilita o emprego das cascas como condicionador do solo da própria floresta. Este resíduo é, individualmente, um resíduo com poucas alternativas de emprego. Sua utilização se baseia na geração de energia, implicando em pouco interesse pelo mercado. Eventualmente, as cascas têm sido utilizadas para o tratamento paisagístico de parques e praças (FAGUNDES, 2003).

O descascamento das toras antes do processamento, agrega valor ao resíduo gerado no processamento, o habilita à produção de chapas ou painéis de madeira reconstituída. Além disso, traz outros ganhos econômicos, diminuindo o desgaste dos equipamentos de corte. No entanto a decisão que inclua o descascamento das toras deve levar em conta a redução do tempo de ciclo das toras nos pátios das

serrarias, uma vez que a retirada da casca antes do desdobro pode propiciar o surgimento de defeitos (FAGUNDES, 2003).

Antes do processo de picagem, ocorre a retirada da casca da madeira, através, por exemplo, do atrito em tambores descascadores, neste processo a casca é separada em casca livre de contaminantes e cascas com contaminantes (areia, pedra, cascalho, etc). A casca com contaminantes deverá passar pela etapa de lavagem e logo após poderá ser adicionada a casca livre de contaminantes para, enfim, poder ser picada e reaproveitada, por exemplo, na geração de energia (LANDIM et al., 2007).



Figura 8 – Casca de madeira. Fonte: autor, 2011.

5 UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERRARIA

O desperdício dos resíduos dentro das serrarias, não só representa um problema econômico, como também um grave problema ambiental. Estes problemas

podem ser facilmente solucionados com a adoção de técnicas eficientes de gerenciamento dos resíduos. Estes podem se transformar em matéria-prima com diversas possibilidades de uso, através de técnicas simples e de baixo custo, reduzindo o volume de resíduos situados nas serrarias e, portanto aumentando sua receita. Além disso, sua utilização poderá minimizar os impactos às florestas, poupando o uso de madeira virgem (OLANDOSKI, 2001).

Os principais problemas que podem ser encontrados nas indústrias onde os resíduos de madeira não são utilizados, ou quando utilizados, ainda em quantidade insuficiente, estão relacionados; à necessidade de espaço de depósito, desperdício de matéria-prima com potencial de uso em outros produtos, maior necessidade de matéria-prima gerando grandes impactos às florestas, e, além disso, custos elevados para manuseio e descarte em empresas de pequeno à médio porte (BRITO; MATOS, 1993, apud OLANDOSKI, 2001).

5.1 Uso dos resíduos para geração de energia

O manejo adequado dos resíduos de extração e industrialização da madeira pode promover uma ótima fonte de energia renovável com importante função ambiental, diferentemente das fontes esgotáveis de energia, como petróleo e carvão mineral, que durante a queima eliminam na atmosfera elevada quantidade de carbono acumulado (GATTO, 2002).

As indústrias florestais possuem a vantagem de utilizar seus resíduos na geração de energia, através da queima de serragem, cavacos, maravalhas, entre outros, pois os mesmos possuem um bom poder calorífico (OLANDOSKI, 2001).

Resíduos com conteúdo de 35% de umidade têm um poder calorífico de aproximadamente 1.620 kcal/kg. Já resíduos secos podem apresentar cerca de 3.000 kcal/kg. A casca, por sua vez, gera de 4.400 a 5.400 kcal/kg. O poder calorífico deste último resíduo pode ser comparado ao da própria madeira, sendo que madeiras não resinosas têm de 4.000 a 4.250 kcal/kg e madeira resinosas apresentam de 4.300 a 4.850 kcal/kg (OLANDOSKI, 2001).

De um modo geral, o aproveitamento energético dos resíduos de madeira pode gerar energia térmica, elétrica ou ambas (co-geração), através de sua

combustão direta ou incineração. A energia ainda pode ser gerada através de um processo de gaseificação e na pirólise (produção de carvão). Outro processo intermediário de aproveitamento energético é o de produção de briquete ou pellet para posterior combustão (WIECHETECK, 2009).

A substituição do uso de combustíveis à base de petróleo pelo uso da madeira na geração de energia pode apresentar tanto vantagens como desvantagens. Entre as vantagens cita-se: menor custo, menor emissão de gases que colaboram com o efeito estufa, menor degradação de equipamentos (como por exemplo, caldeiras ou fornos), menor impacto ambiental por ser um recurso renovável, possibilidade de aproveitamento dos resíduos gerados da extração e industrialização da madeira. Como desvantagens podem-se citar: menor eficiência, emissão de partículas para a atmosfera, necessidade de constantes avaliações e manutenções nas tecnologias de transformação destes resíduos em material energético de qualidade, excesso de resíduos e dificuldades no armazenamento (GRAUER; KAWANO, 2001).

5.1.1 Combustão Direta e Incineração

Praticamente todas as empresas e fábricas processadoras de madeira no Brasil possuem um processo de fabricação que utiliza o vapor na geração de energia e por isso podem se beneficiar da co-geração utilizando resíduos de madeira. Geralmente este vapor é gerado a partir da queima em caldeira de resíduos (Figura 9) disponíveis na indústria, na forma de cavaco, serragem, resíduos florestais, recortes de painéis, etc. Essas indústrias podem aproveitar este vapor para acionar geradores elétricos para a geração de energia (WIECHETECK, 2009). As vantagens e desvantagens da combustão direta seguem na tabela 1.

Tabela 1 – Prós e contras da aplicação da combustão direta e incineração no Brasil.

Prós	Contras
Permite aproveitamento de resíduos gerados na própria unidade fabril.	Alguns dos sistemas mais eficientes de geração de energia apresentados exigem investimentos elevados, tornando-se inviáveis para a maioria das empresas geradoras de resíduos (não capitalizadas).
Com a utilização de equipamentos adequados, permite o aproveitamento da energia térmica da combustão em outros processos, como a secagem de madeira, geração de energia elétrica, entre outros.	Concentração de fabricantes de equipamentos nas regiões Sul e Sudeste, resultando em elevados custos de frete de equipamentos para comunidades de outras regiões do país.
Há disponibilidade de equipamentos de fabricação nacional com diversas opções de fornecedores.	A incineração a céu aberto é uma alternativa poluente.
Permite o aproveitamento de todos os tipos de resíduo de madeira.	É extremamente difícil a fiscalização da incineração, tanto em meio rural quanto urbano.

Fonte : WIECHETECK, 2009



Figura 9 – Forno de incineração de resíduos dos tipos serragem e maravalhas. Fonte: ARAUJO, 2003.

5.1.2 Gaseificação

A gaseificação da madeira é o processo em que transforma-se a madeira em um gás com diversas possibilidades de uso, como, fonte de energia e combustíveis. Este processo pode gerar tanto energia térmica, quanto elétrica. O gás gerado em gaseificadores pode ter diversas aplicações, dentre as quais, combustível para motores de combustão interna, para fornos de cal ou cerâmicos (CENBIO, 2002).

O processo de gaseificação de biomassa é uma tecnologia considerada mais complicada que a queima direta, podendo apresentar algumas desvantagens que devem ser observadas, principalmente o cuidado com o vazamento dos gases que são tóxicos, necessitando de um gaseificador adequado e tratamento de resfriamento e limpeza dos gases (CENBIO, 2002). As vantagens e desvantagens da gaseificação dos resíduos madeireiros estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Prós e contras da aplicação da gaseificação no Brasil.

Prós	Contras
Com opções de baixo custo, permite atender comunidades isoladas com geradores de pequeno porte, atendendo de 1 a 100 residências.	Concentração de fabricantes de equipamentos nas regiões Sul e Sudeste, resultando em elevados custos de frete de equipamentos para comunidades de outras regiões do país.
Permite aproveitamento de resíduos gerados na própria unidade fabril.	Sensível ao teor de umidade que influencia altamente a eficiência do equipamento.
Permite a geração de energia térmica e elétrica, sem a necessidade de um motor alternativo a vapor ou turbina de condensação.	Tecnologia mais complicada que a queima.
Permite o aproveitamento da energia térmica da combustão em outros processos fabris.	Tem que se ter cuidado com o vazamento de gases, que são tóxicos.
Há tecnologia totalmente nacional disponível no mercado.	
Permite o aproveitamento de todos os tipos de resíduo de madeira.	

5.1.3 Pirólise

A pirólise ou termodegradação da madeira é um dos fenômenos mais antigos de que se tem conhecimento, ocorre devido à ação do calor sobre a madeira ocasionando sua degradação. Através da sua aplicação controlada, tem sido possível a obtenção de uma série de produtos benéficos ao homem, como por exemplo, o carvão vegetal. Este é obtido por meio da ação do calor, em quantidade controlada, que elimina a maior parte dos componentes voláteis da madeira causando apenas sua degradação parcial. Vem daí o nome que muitas vezes se dá ao processo de “destilação seca da madeira” (BRITO, 1990).

O uso da madeira pirolisada/carbonizada (carvão) está concentrado no setor siderúrgico, entretanto a matéria-prima precisa seguir especificações de densidade, dimensões e conseqüente homogeneidade que só é possível com a utilização de madeira em tora. Porém, a produção de carvão para uso doméstico ou produção de carvão especial (aditivado) não possuem as mesmas restrições, permitindo a redução de desperdícios com a carbonização de resíduos de madeira tais como: costaneiras, tocos, madeira de destopo, etc. (WIECHETECK, 2009). As vantagens e desvantagens da aplicação da pirólise em nosso país são descritas na tabela 3.

Tabela 3 – Prós e contras da aplicação da pirólise no Brasil.

Prós	Contras
Há disponibilidade de equipamentos para pirólise com controle total da combustão e da emissão de gases/efluentes.	Limitações no uso de resíduos devido às especificações de qualidade do setor siderúrgico.
Com a utilização de equipamentos adequados, permite o aproveitamento da energia térmica da carbonização em co-geração para o próprio processo.	A pirólise em fornos artesanais é uma alternativa poluente de uso de resíduos, sem controle do processo de conversão e da emissão de gases/efluentes.
Amplio mercado consumidor, tanto para uso industrial como residencial.	É extremamente difícil a fiscalização da pirólise para fabricação do carvão vegetal. A pirólise libera gases tóxicos ao ser humano.

Fonte : WIECHETECK, 2009

5.1.4 Briquetagem e Peletização

A briquetagem refere-se à prensagem de pequenas partículas de material sólido para originar blocos com forma definida e maior tamanho (PEREIRA, 2009).

O briquete pode ser feito a partir de resíduos florestais, substituindo lenha, carvão e óleo. Em relação à lenha é uma ótima opção, pois produz menos cinzas e fumaça, tem um maior poder calorífico (2 a 5 vezes maior), sua queima é regular devido à sua geometria, além de ser de mais fácil limpeza e armazenamento (OLANDOSKI, 2001).

Os briquetes podem ser montados a partir do uso de resíduos como serragem e cavacos, a biomassa é compactada e prensada por uma máquina chamada briquetadeira. Na produção de briquetes é necessário o uso de água cuja quantidade utilizada é normalmente de 8% a 15%. Durante o processo de prensagem é possível adicionar colas e aditivos, que irão evitar a quebra do produto e a possível absorção de umidade, além disso o processo poderá aumentar seu valor energético. O uso de resíduos como matéria-prima é considerado eficaz, devido a emissão de menores índices de poluentes e a maior geração de energia (OLANDOSKI, 2001).

As partículas de madeira utilizadas na produção dos briquetes devem ter tamanho entre 5 e 10 mm. O briquete acabado tem como diâmetro ideal para queima de 7 a 10 cm, e comprimento de 25 a 40 cm. Já os briquetes destinados à estufas, fogões, churrasqueiras, etc., devem ter diâmetro em torno de 28 a 65 mm (RECICLAGEMLIXO, 2009).

Quando comparado com a lenha doméstica o briquete possui um poder calorífico maior, pois sua umidade encontra-se entre 5 e 15%, enquanto a lenha doméstica esta na faixa de 25%. Sendo então, mais vantajoso principalmente na época de chuva, quando a lenha encontra-se molhada (GENTIL, 2008).

Devido ao seu fácil manuseio e armazenamento, os briquetes são considerados excelentes fontes energéticas para panificadoras, pizzarias, restaurantes, lareiras, caldeiras, etc. (OLANDOSKI, 2001; GENTIL, 2008).

Existem poucas diferenças entre briquete de madeira e pélete de madeira (Figura 10), exceto a dimensão e o processo de fabricação. Bezzon (1994) apud

Gentil (2008), apresenta o briquete como peça cilíndrica com diâmetro entre 4 e 10 cm e comprimento de 10 cm a 40 cm. Enquanto o pélete apresenta diâmetro de 6 mm e comprimento de até 4 cm. Grover; Mishra (1996) apud Gentil (2008) “distinguem pélete como aquele adensado com menos de 30 mm de diâmetro e o briquete, maior que este valor”.



Figura 10 – A) briquetes e B) péletes. Fonte: VIGtech, 2011

No Brasil o uso do pélete é pouco difundido, seu uso é concentrado em lareiras, fornalhas e fornos, já na Europa o pélete é mais usado, principalmente para aquecimento doméstico (GENTIL, 2008). Na Tabela 4 encontram-se as vantagens e desvantagens da utilização de péletes e briquetes.

Tabela 4 – Prós e contras da fabricação e utilização de péletes e briquetes no Brasil.

Prós	Contras
Permite aproveitamento de resíduos gerados na própria unidade fabril.	Concentração de fabricantes de equipamentos nas regiões Sul e Sudeste, resultando em elevados custos de frete de equipamentos para comunidades de outras regiões do país.
Menor teor de umidade que a lenha.	Exige investimentos em equipamentos desnecessários na combustão direta.
Menor custo de transporte que a lenha.	A fabricação em comunidades isoladas torna a fabricação inviável devido a custos com transporte do produto final até o mercado consumidor.
Há tecnologia totalmente nacional disponível no mercado.	Concorre com a alta oferta de lenha que apresenta menor preço para compra.
Alto poder calorífico.	
Processo de fabricação relativamente simples.	
Possibilidade de substituição do cavaco e lenha na secagem de grãos.	
Possibilidade de exportação (pélete).	
Permite o aproveitamento de todos os tipos de resíduos de madeira.	

Fonte : WIECHETECK, 2009

5.2 Uso dos resíduos na produção de polpa e papel

O uso dos resíduos do processamento da madeira na produção de polpa para a fabricação de papel pode ser bastante viável. Porém, existem algumas restrições ao uso destes materiais, como o tipo de resíduo e sua origem, pois estes fatores influenciarão diretamente na qualidade do produto final (LIMA; SILVA, 2005).

Outra característica dos resíduos que interfere na fabricação de celulose e papel é o tamanho da fibra, que influenciará na resistência do papel produzido. Os resíduos provindos da indústria madeireira usados como matéria-prima devem ser

limpos, livres de contaminantes como colas, tintas, preservantes, etc., pois estes podem prejudicar o rendimento do processo de polpação (OLANDOSKI, 2001).

A maioria das indústrias papeleiras opta por resíduos gerados na extração ou até mesmo durante a atividade silvicultural. Com relação à origem, algumas usam somente folhosas, enquanto outras somente coníferas (OLANDOSKI, 2001).

5.3 Uso dos resíduos para cama de aviário

A utilização da cama de aviário visa evitar o contato direto da ave com o piso, absorver água, incorporar fezes, urina e restos de alimento, e reduzir as oscilações de temperatura no aviário (ÁVILLA et al., 2008).

É possível utilizar, além de resíduos agrícolas, a maravalha e a serragem como cama de aviário. A opção por qualquer desses materiais depende da disponibilidade, da qualidade, do custo ou da finalidade de sua utilização após o descarte. A prática de reutilização dessas camas é possível e viável podendo ser utilizada na adubação de culturas (ÁVILLA et al., 2008).

Para selecionar uma boa cama é necessário observar algumas características do material, como o tamanho das partículas, a maciez, o potencial de absorção de umidade, sua ação como isolante térmico, e principalmente o baixo custo e fácil obtenção (SANTOS et al., 2000).

O tamanho das partículas é um fator importante a ser observado, pois podem causar problemas digestivos e respiratórios às aves. Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos para avaliar os diferentes tamanhos de partículas, sobre o desempenho das aves. Smith (1956); Golan; Cawley; Miers (1969); Malone; Chaloupka (1983); Malone (1993) apud Santos et.al. (2000), sugerem que “os materiais podem ser usados num tamanho médio de 0,6 a 1,2 cm”. No entanto, Haque; Chowdhury,(1994) apud Santos et.al. (2000) utilizaram materiais com 0,20 a 0,35 cm, sem afetar as características produtivas e a saúde das aves. O tamanho das partículas tem grande importância na compactação da cama, na absorção de umidade, e na diminuição de ferimentos nas aves.

A serragem já foi um material muito utilizado em camas de aviários, mas atualmente seu uso foi extinto, pois se revelou um grande causador de prejuízos às

aves e conseqüentemente a produção. Este material pode causar enfermidades às mesmas, pois prejudica seu sistema respiratório, além de, não tolerar umidade e gerar mau cheiro em pouco tempo (INFORAGRO, 2011).

Hoje o material mais utilizado como cama de aviários é a maravalha, diferentemente da serragem que é constituída por pó, esta é formada por pequenas lascas de madeira. Devido a isso, a maravalha possui muitas vantagens em relação a serragem, como seu preço (considerado razoável), a maciez, possui boa capacidade de absorção de umidade, retém a temperatura em dias frios, além de não apresentar riscos a saúde das aves (INFORAGRO, 2011).

Após sua utilização como cama, a maravalha, pode servir como adubo rico em minerais, ou na composição dos mesmos. Possui grande durabilidade, podendo ficar mais de um mês sem ser trocada, além disso, pode ser removida com facilidade, sem muito esforço, pois pode ter seu volume reduzido através da compressão do material (INFORAGRO, 2011).

5.4 Uso dos resíduos como substrato vegetal

As propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato que sustenta as mudas vegetais influenciam no desenvolvimento das mesmas, interferindo, dessa forma, na qualidade das mudas (LOURENÇO et al., 1999). A porosidade de um substrato ideal deve ser acima de 85%, sua capacidade de aeração deve se encontrar entre 10 e 30% e deve conter água facilmente assimilável em nível de 20 a 30% (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

A escolha do material a ser utilizado depende não só do objetivo a ser alcançado, mas também da disponibilidade do local, do custo de aquisição e da experiência do viveirista (CORREIA, et al., 2005).

Um bom substrato deve possuir, dentre outras características, boa homogeneidade, boa porosidade, baixa densidade e deve ser livre de pragas e patógenos. Como não é fácil encontrar materiais puros com as características ideais para um bom substrato, devem ser misturados vários materiais ou produtos, com o objetivo de melhorar suas propriedades físicas e químicas, estes são denominados condicionadores e integram a mistura em proporções menores do que 50%. Para a

obtenção de um substrato de qualidade é preferível misturar dois ou mais materiais orgânicos que podem ter diversas origens, como, por exemplo: serragem e raspa de madeira, bagaços, resíduos da agricultura, lixo urbano, etc.. Estes materiais são triturados, compostados e analisados para a determinação de suas características químicas, físicas e biológicas, com base nestes resultados é possível realizar a adição de fertilizantes para enriquecimento de nutrientes necessários as plantas (SANTOS et al., 2000).

A compostagem do material é importante para a eliminação ou redução de microorganismos patógenos, e compostos que podem ser tóxicos às plantas. Na compostagem a temperatura pode atingir até 70°C, eliminando, assim, patógenos causadores de doenças, além de ervas daninhas. O material orgânico pode substituir materiais minerais na composição do adubo, com custo mais baixo (SOUZA, 2000).

Carneiro (1995) apud Santos et al. (2000) citou que “a casca de *Pinus* sp. bioesterelizada, com granulometria inferior a 5 mm, misturada com vermiculita na proporção de 4:1, constitui uma boa opção de substrato para a produção de mudas de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp”.

Na Europa e no Estados Unidos já estão sendo utilizadas cascas de pinus como misturas na confecção de substratos. No Brasil, também já pode ser encontrado misturas comerciais que utilizam a casca de pinus como substrato, devido à sua elevada disponibilidade e seu potencial de utilização (SANTOS et al., 2000).

O uso de serragem como substrato vai depender da espécie processada, da condição e tempo de armazenamento. O teor de tanino, é outro elemento importante a ser analisado, pois sua presença pode inibir o desenvolvimento das raízes. Conforme o tempo de armazenamento, a serragem pode ser utilizada sem necessidade de compostagem. Contudo a serragens envelhecidas ou parcialmente compostada, podem apresentar fermentação ácida e prejudicar a planta (SODRÉ, 2008).

Recomenda-se a mistura da serragem com outros materiais mais grosseiros antes do uso como substrato no cultivo de plantas, pois quando pura, a mesma pode causar problemas de excesso de umidade e redução do nível de oxigênio disponível às plantas (SODRÉ, 2008).

5.5 Uso dos resíduos na fabricação de painéis aglomerados

Segundo Bittencourt (1995) apud Santos et al. (2009), “chapas de madeira aglomerada é um produto composto de madeira triturada em pedaços miúdos e/ou de outros materiais lignocelulósicos unidos com adesivos sintéticos submetidos a calor e pressão”. Na composição deste produto pode ser utilizado cavacos, maravalhas ou lascas de madeira.

Qualquer espécie de madeira, ou mesmo outras fontes de fibras, como bagaço de cana ou casca de arroz, podem ser usadas na fabricação de aglomerados. No entanto, a qualidade do produto final limita o campo de escolha (ROQUE, 1998).

A indústria de painéis aglomerados surgiu na Europa, após a Segunda Guerra Mundial, com finalidade de aproveitamento dos resíduos industriais e das serrarias (Figura 11). Entretanto no Brasil, prioriza-se o uso de cavacos de madeira de florestas plantadas, determinando a homogeneidade da matéria-prima e o melhor controle de qualidade do produto final (HILLIG, 2000).

Atualmente têm-se observado um aumento na produção e diversificação dos produtos florestais, tornando-os mais acessíveis economicamente. Os produtos particulados constituídos pelas chapas de partículas, chapas minerais e chapas de fibra vêm substituindo os produtos tradicionalmente usados (SANTOS et al., 2009).

O comércio de chapas de partículas vem ganhando espaço nos últimos anos, isso devido à relação preço/desempenho, à infinidade de produtos disponíveis, às possibilidades de uso para variados fins e à conscientização de que não é mais viável utilizar processos com altos índices de perdas dos recursos florestais (SANTOS et al., 2009).

Para a utilização de resíduos na produção de chapas aglomeradas existem questões que devem ser observados como, o tamanho das partículas, já que este influenciará diretamente na qualidade do produto final (LIMA; SILVA, 2005).

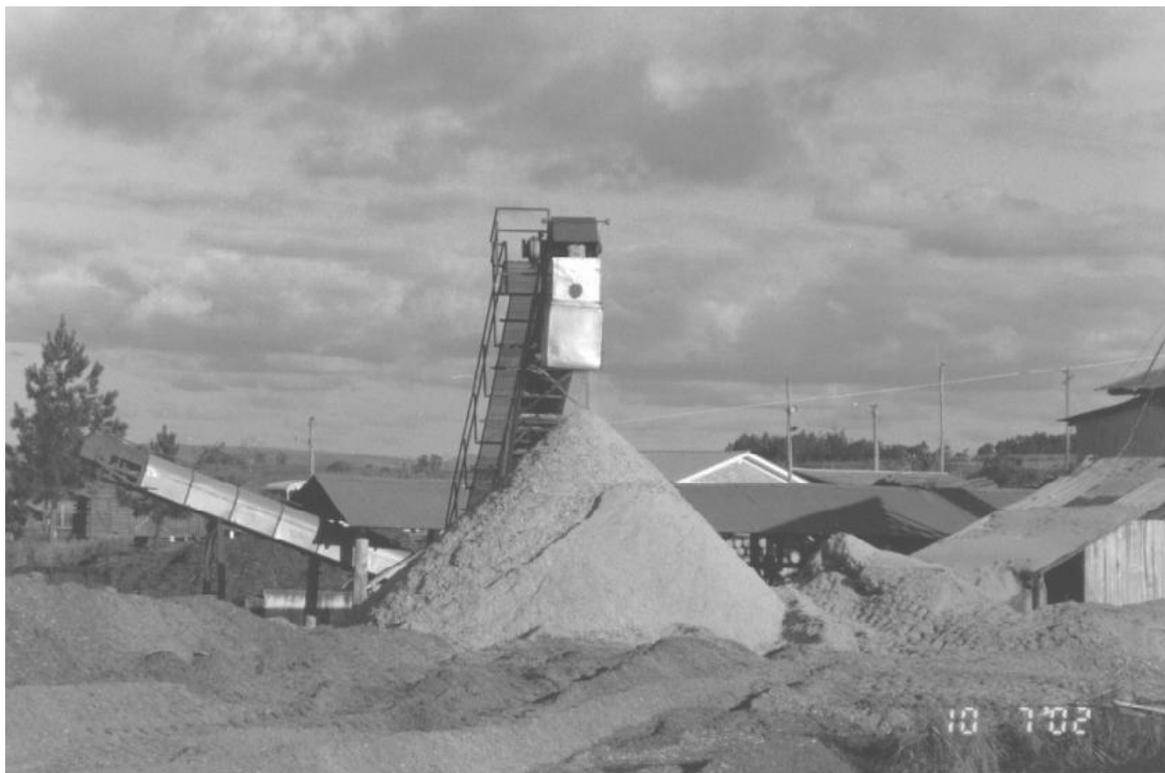


Figura 11 – Resíduos de serraria no RS com potencial de utilização na fabricação de chapas aglomeradas. Fonte: HASELEIN; PAULESKI, 2004

As principais matérias-primas utilizadas na produção de chapas de partículas aglomeradas são resíduos industriais e da exploração florestal e madeiras de qualidade inferior que não podem ser industrializadas de outra forma. No Brasil, a fonte mais importante da matéria-prima são as florestas plantadas, especialmente de eucalipto e pinus (BNDES, 2000).

No mundo, 50% das indústrias destes produtos empregam madeira de coníferas como matéria prima principal, e outras empregam mais de uma espécie de madeira em suas linhas de produção (BNDES, 2000). Porém, é possível o aproveitamento dos resíduos madeireiros, desde que ocorra um controle sobre o material lignocelulósico (SANTOS et al., 2009).

5.5.1 Produção de painéis aglomerados

Painéis aglomerados podem ser fabricados através de partículas de madeira ou outros materiais, agrupados devido ao uso de resinas. Após a mistura das partículas com a resina os painéis são prensados. Durante o processo de produção, podem ser acrescentados produtos químicos que evitarão o mofo, o ataque de insetos e aumentarão a resistência ao fogo (BNDES, 2000). Esses painéis se caracterizam por sua resistência e leveza, são utilizados na fabricação de móveis, especialmente em acabamentos planos (MASISA, 2011).

A composição das chapas aglomeradas inclui basicamente partículas de madeira, adesivo e parafina. No processo de produção de aglomerados (Figura 12), descrito de acordo com Haselein; Pauleski, (2004), os resíduos da industrialização da madeira ou toras são carregados até a fábrica, descarregados e armazenados em pilhas ou silos, baseados na espécie, umidade e tipo de partícula. Essa separação é essencial para a mistura adequada de materiais.

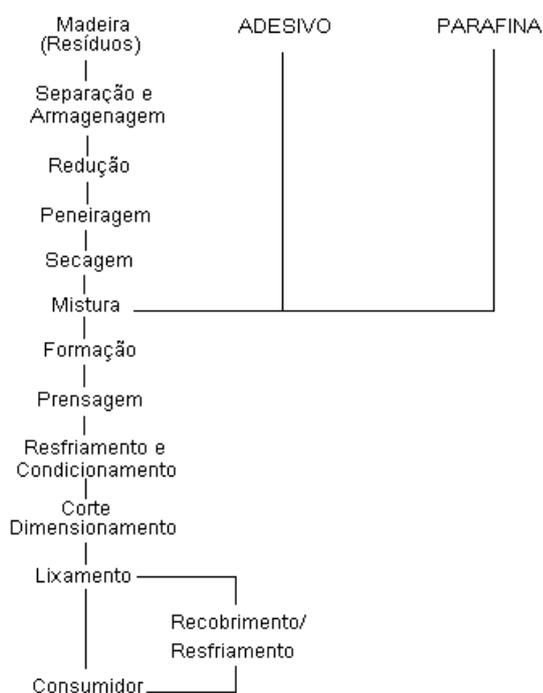


Figura 12 – Fluxograma simplificado do processo de produção de aglomerados.

Fonte: HASELEIN; PAULESKI, 2004.

Após a separação dos materiais é realizado o processo de redução, onde a madeira é transformada em partículas, sendo assim, os resíduos de serraria não precisam passar por este processo. As partículas são peneiradas, para fornecer partículas com tamanho homogêneo e adequado, as partículas muito grandes são reprocessadas, enquanto que as muito finas podem ser utilizadas nas caldeiras para geração de energia, ou até mesmo, nas faces das chapas.

Logo em seguida o material úmido passa pelo processo de secagem onde sua umidade deve ser reduzida para 5%, aproximadamente, só assim as partículas estarão prontas para receber o adesivo. Este é aplicado por pulverizadores e/ou por contato, a parafina é adicionada da mesma forma. Em seguida segue-se o processo de formação, onde ocorre à construção do colchão ou manta de adesivo, parafina e partículas.

No processo de prensagem ocorre a solidificação do colchão através da aplicação de calor e pressão. As chapas saem da prensa com uma temperatura muito alta, sendo assim as chapas que utilizam uréia-formaldeído como adesivo devem passar pelo processo de resfriamento ou a colagem será danificada. Já as chapas coladas com fenol-formaldeído não necessitam de resfriamento, pois quando empilhadas ainda quentes a cura do adesivo prolonga-se, melhorando assim sua resistência. As chapas passam pelo processo de condicionamento devido à umidade ser maior no interior do que na superfície, assim as chapas são condicionadas em vapor d'água com a finalidade de igualar a umidade em toda a chapa.

Então, as chapas estão prontas para serem cortadas nas dimensões desejadas. Em seguida são lixadas em ambas as faces, para exibir superfícies lisas e uniformes. Dependendo de seu uso final os painéis podem se revestidos aumentando, assim, seu valor comercial.

5.5.2 Aplicações dos painéis aglomerados

Os painéis aglomerados possuem diversas aplicações, dentre as quais acentua-se a fabricação de móveis, tampos de mesas, laterais de portas e de

armários, divisórias, laterais de estantes e, em menor número, na construção civil (BNDES).

Seu uso é indicado na confecção de peças onde se deseja obter bom acabamento e uniformidade. É adequado para produção de móveis de quarto, cozinha e sala, apresentando grande vantagem sobre o compensado, devido às suas características físicas e seu menor custo. Em relação com o MDF apresenta as mesmas vantagens supracitadas, porém o MDF torna-se mais vantajoso quando o objetivo é peças trabalhadas (FORTES, 2005).

A madeira aglomerada possui menor resistência à umidade. Quando utilizada em áreas muito expostas e úmidas sua degradação é inevitável, pois com o decorrer do tempo o aglomerado apodrece e costuma esfarelar quando mantém-se contato com ele. Devido a essa característica o uso do aglomerado não é indicado em banheiros e áreas de serviço (TÉCNICO EM DESIGN DE MÓVEIS, 2010).

As vantagens do aglomerado são: densidade igual ou maior que a da madeira (característica que lhe dá maior resistência); matéria-prima homogênea (evitando rachaduras e deformações, e aumentando a resistência); baixo custo; e resistência maior às pragas (cupins). Como desvantagens é possível relatar: a superfície e bordas grosseiras; baixa trabalhabilidade (dificultando a formação de bordas e tornear); dificuldade no uso de dobradiças e parafusos inadequados, pois pode esfarelar, devido suas características técnicas; não aceita pregos; baixa resistência à umidade (FORTES, 2009).

5.6 Outras finalidades

Além dos usos citados os resíduos de madeira possuem outras aplicações como cobertura de aterros; para estabilizar estradas de terra, e superfícies de rodagem não pavimentadas; para fabricação de pequenos objetos e utensílios; obtenção de matéria-prima para a indústria de tintas, vernizes, corantes, adesivos, alimentícia e solventes através da extração de voláteis; produção de enchimento para embalagens; e outros usos não mencionados (OLANDOSKI, 2001).

6 Conclusão

As formas de utilização dos resíduos florestais são diversas. A reciclagem desses resíduos, seja com a finalidade que for, é de essencial importância para diminuir as agressões ao meio ambiente e para agregar um valor maior à madeira.

Quanto maiores forem os investimentos das empresas no sentido de garantir a qualidade (limpeza) dos resíduos, maior será o valor agregado ao mesmo.

Assim, é possível concluir que o reaproveitamento dos resíduos de serrarias, desde que estabelecida uma estrutura adequada para tal, é extremamente vantajoso tanto para as empresas quanto para a sociedade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10004. 2004. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/.../NOTATECNICA CONSOLIDADO FINAL.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

ARAUJO, H. J. B. de. **Aproveitamento de resíduos das indústrias de serrarias do Acre para fins energéticos**. 38 p. 2003 (Documentos, 82) Rio Branco: Embrapa Acre, 2003.

ÁVILLA, V. S. de. et al. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p. 273 - 277. 2008.

BEZERRA, A. C. et al. Evolução do sistema de coleta e disposição de resíduos sólidos no estado de Pernambuco. In.: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2010 – UFRPE. **Anais eletrônicos...** Recife. UFRPE. 2010. Disponível em: <<http://www.sigeventos.com.br/jepex/inscricao/resumos/0001/R0540-1.PDF>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. Produtos Florestais. **Área de operações industriais**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 23 mai. 2011.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. DF: Senado, 1988.

BRITO, J. O. **Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira**. Documentos Florestais. Departamento de Ciências Florestais. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, n. 9, p. 1-19, mai, 1990.

CARDOSO, S. S. **Pó de serra como substrato na produção de *Dracaena sanderana* Hort Sanz**. 2006. 50 f. Monografia (I Curso de Especialização em Floricultura como Empreendimento) – Universidade Estadual do Pará, Belém, PA, 2006.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa. Estado da Arte da Gaseificação. São Paulo, 2002.

CORREIA, D. et al. Efeito de substratos na formação de porta-enxertos de *Psidium guajava* L. CV. Ogawa em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.88-91, 2005.

CRUZ, C. R. da; OLANDOSKI, D. P.; BRAND, M. A. Utilização de resíduos de serraria na produção de chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus pilularis*. **Revista Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p. 251-256. 2000.

DACOSTA, L. P. E. **Utilização de resíduos do processamento mecânico da madeira para a fabricação de chapas de partículas aglomeradas**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

DUTRA, R. I. J. P; NASCIMENTO, S. M. do. **Resíduos de indústria madeireira: caracterização, conseqüências sobre o meio ambiente e opções de uso**. 2003. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2003.

FAGUNDES, H. A. V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.

FEITOSA, B. da C. **Aproveitamento econômico dos resíduos de madeira como alternativa para minimização de problemas sócio-ambientais no estado do Pará**. 2007. Disponível em: <<http://www.webartigos.com>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

FORTES, F. J. P. **Versáteis Aglomerados**. Ed. 005, 2005. Disponível em: <www.totalmoveis.com.br>. Acesso em: 23 mai. 2011.

GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul**. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria. 2002.

GENTIL, L. V. B. **Tecnologia economia do briquete de madeira**. 2008. 215 f. Tese de doutorado em Engenharia Florestal. Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília. Brasília/DF, 2008.

GERWING, J.; VIDAL, E.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. Rendimento no processamento de madeira no estado do Pará. **Série Amazônia**, nº 18, 38 p. Belém, 2000.

GRAUER, A.; KAWANO, M.. Uso de biomassa para produção de energia. **Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem**, Curitiba, v.1, n. 5. nov/dez., 2001. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/biomassa/vantagensdabiomas_sanaproducaodeenergia.html>. Acesso em: 07 jun. 2011.

HASELEIN, C. R.; PAULESKI, D. T. **Caderno didático da disciplina de tecnologia da madeira II: parte II**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 82p. 2004.

HILLIG, E. et al. Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento. In: XXVI ENEGEP. 2006. Fortaleza, CE. **Anais eletrônicos...** CE, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR520346_8192.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2011.

HILLIG, E. **Qualidade de chapas aglomeradas estruturais, fabricadas com madeiras de Pinus, Eucalipto e Acácia Negra, puras ou misturadas, coladas com tanino-formaldeído**. 2000. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria. 2000.

INFORAGRO. **Cama para codornas**. 2011. Disponível em: <<http://inforagro.wordpress.com>>. Acesso em: 24 mai. 2011.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

KRAEMER, M. E. P. A questão ambiental e os resíduos industriais. SC, 2005. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos/residuos-industriais/residuos-industriais.shtml>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

LANDIM, A. B. et al. Sistema de Recuperação de Biomassa. **Revista da Madeira**, Curitiba, Ed 104, abril, 2007. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistada_madeira_materia.php?num=1081&subject=Biomassa&title=Sistema%20De%20Recupera%C3%A7%C3%A3o%20De%20Biomassa>. Acesso em: 24 mai. 2011.

LEITE, M. R. M. **Caracterização das costaneiras da madeira de Eucalipto para uso na indústria moveleira.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Ouro Preto. MG, 2006.

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

LIPPEL **Produtos para Biomassa:** Cavacos de madeira ou estilhas de madeira. Disponível em: < <http://www.lippel.com.br>>. Acesso em: 24 mai. 2011

LOURENÇO, R. S. et al. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 38, p. 13-30, 1999.

MASISA. **Unidade de negócios painéis.** Disponível em: <<http://www.masisa.com>>. Acesso em: 23 mai. 2011.

MAROUN, C. A. **Manual de gerenciamento de resíduos: guia de procedimento passo a passo.** FIRJAN/SEBRAE. Divisão de Documentação e Normas – Biblioteca, 16 p. RJ, 2006.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P. da; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 35, n. 3, set./dez. 2005.

OLANDOSKI, D. P. **Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústrias de chapas compensadas.** 2001. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2001.

OLANDOSKI, D. P.; BRAND, M. A.; ROCHA, M. P. Avaliação do rendimento em madeira serrada, qualidade e quantidade de resíduos no desdobro de *Pinus spp.* **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba. v.17. p.177-184, 1998.

PEREIRA, F. A. **Efeito da granulometria e de aglutinantes nas propriedades de briquetes de finos de carvão vegetal.** 2009. 66 f. Dissertação (*Magister Scientiae* em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. MG, 2009.

RECICLAGEMLIXO.COM. **Briquetes reciclando madeira**. Disponível em: < <http://www.reciclagemlixo.com/negocios/briquetes-reciclando-madeira.html>>. Acesso em: 06 jun. 2011.

ROCHA, J. D.; PÉREZ. J. M. M.; CORTEZ, L. A. B. **Aspectos teóricos e práticos do processo de pirólise de biomassa**. 22 p. Curso Energia na Indústria de Açúcar e Álcool. UNIFEI, Itajubá, 2004.

ROCHA, M. P. da. Técnicas e planejamento em serrarias. FUPEF. **Série didática**. Curitiba, v.2, n.1, 120 p. 2002.

ROQUE, C. A. L. **Painéis de madeira aglomerada**. 1998.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substrato na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. don. Santa Maria. **Ciência Florestal**, v. 10 , n. 2, p.1-15, 2000.

SANTOS, E.C. dos. et al. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v.14, n.4, p.1024-1030. 2000.

SANTOS, R. C. dos. et al. Chapas de partículas aglomeradas produzidas a partir de resíduos gerados após a extração do óleo da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*). **Scientia Forestalis**, v.37, n. 84, p. 437-446. Piracicaba. 2009.

SODRÉ, G. A. Resíduos regionais usados como substrato na região sul da Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 6., 2008, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Embrapa Agroindústria Tropical, UFC e SEBREA/CE. Fortaleza, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/viensub/palestras/palestra%20%20-%20george%20sodre.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

SOUZA, F.X. de. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. 21p. 2000. (Documentos, 43) Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001.

TÉCNICO EM DESIGN DE MÓVEIS. Disponível em: <<http://tecnicoemdesignedemoveis.blogspot.com>>. Acesso em: 24/05/2011

VIGTECH. **Briquetes e Pellets**. Disponível em < <http://www.vigtech.com.br/projects.html>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

WYSE, G. C. **Gerenciamento de resíduos da serraria FLOSUL Indústria e Comércio de Madeiras LTDA**. 2007. 76 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de Administração) - Centro Universitário Ritter dos Reis. Porto Alegre, RS. 2007.

WIECHETECK, M. Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos. Projeto PNUD BRA 00/20 – Apoio às políticas públicas na área de gestão e controle ambiental. **Ministério do Meio Ambiente**. PR, 2009.

YNOUYE, A. F.; SILVA, E. Z. L.. **Aglomerado de resíduos agrícolas**. 62ª Reunião Anual da SBPC. Disponível em: < <http://www.sbpnet.org.br>>. Acesso em: 26 mai. 2011.