



Programa de Pós graduação Lato sensu
Especialização em Gestão Ambiental
Campus Nilópolis

Juliana Bernardo Amodei

**POTENCIALIDADES DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE
MADEIRA: O CASO DO LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE
MADEIRA DA UFRRJ**

Nilópolis, RJ

2013

Juliana Bernardo Amodei

**POTENCIALIDADES DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE
MADEIRA: O CASO DO LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE
MADEIRA DA UFRRJ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Passos Louzada

Nilópolis, RJ

2013

A523p Amodei, Juliana Bernardo.

Potencialidades do reaproveitamento de resíduos de madeira : o caso do Laboratório de Processamento da UFRRJ / Juliana Bernardo Amodei ; Orientador: Marco Aurélio Passos Louzada. -- Nilópolis, RJ, 2013.

42 f. : il. ; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (pós-graduação) - Programa de Pós – Graduação Latu Sensu, Especialização em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ, 2013.

1. Madeira – reaproveitamento de resíduos (sobras, refugos etc.) 2. Reaproveitamento de resíduos. 3. Gestão ambiental – estudo de casos I. Louzada, Marco Aurélio Passos, **Orient.** II. IFRJ. III. Título.

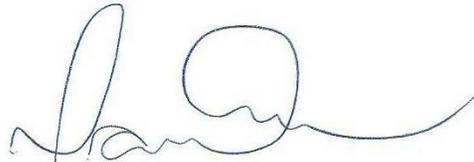
CDU 631.571-027.33

Juliana Bernardo Amodei

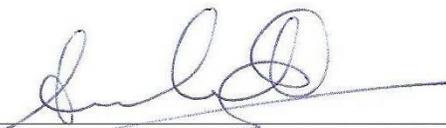
**POTENCIALIDADES DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE
MADEIRA: O CASO DO LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DA
MADEIRA DA UFRRJ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de especialista em Gestão Ambiental.

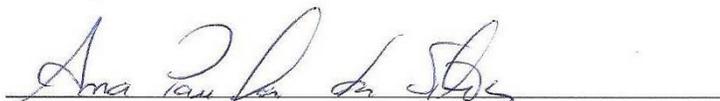
Data de aprovação: 15 de abril de 2013.



Prof. Dr. Marco Aurélio Passos Louzada (orientador)
IFRJ Nilópolis



Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ



Prof. Dra. Ana Paula da Silva
IFRJ Nilópolis

Nilópolis, RJ

2013

À minha mãe, Angela Amodei,
por todo seu amor, apoio e
incentivo ao longo dessa jornada;

Ao meu eterno paizinho,
Aurelio Amodei (*in memoriam*),
cujo amor sempre
levarei no meu coração;

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por estar sempre presente e agindo a meu favor, em todos os momentos da minha vida.

Aos meus amados pais, Angela Amodei e Aurelio Amodei, pelo amor, carinho e exemplo de vida. Obrigada por me tornarem a pessoa que sou, me fortalecendo a cada obstáculo que a vida me proporciona.

Ao meu irmão, que mesmo longe, sempre foi um exemplo, principalmente na minha formação acadêmica.

À minha querida família, pela compreensão, amor e momentos de lazer e distração.

Aos meus amigos, por estarem sempre presentes, me incentivando em toda essa jornada, em especial a Monique Gurgel, Vanessa Kunz e minhas “miguxas” Raquel de Senna e Patrícia Vieira.

Ao meu professor e orientador, Marco Aurélio Passos Louzada, pela oportunidade de desenvolver essa pesquisa sob sua orientação e pelo exemplo de professor.

Ao professor Alexandre Carvalho, por compartilhar sua experiência e contribuir imensamente pela minha formação acadêmica, desde minha graduação. Além de me proporcionar uma oportunidade de trabalho, a qual serei eternamente grata.

Aos meus companheiros de curso, Rone Felipe e Marcos Vinicíus, por fazerem parte de mais essa minha conquista profissional.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização de mais essa etapa importante em minha vida.

AMODEI, Juliana B. *Potencialidades do Reaproveitamento de Resíduos de Madeira: O Caso do Laboratório de Processamento de Madeira da UFRRJ*. 42 p. Trabalho de conclusão de curso. Programa de Pós-Graduação Lato Sensu, Especialização em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, RJ, 2013.

RESUMO

A indústria florestal apresenta diversas cadeias produtivas, entre elas: chapas e compensados; carvão, lenha e energia; papel e celulose; madeira e móveis. O processo produtivo dessas indústrias, atividades de desdobro, de laminação das toras e de beneficiamento da madeira serrada, acumulam perdas significativas de matéria-prima e são geradas grandes quantidades de resíduos que muitas vezes são destinados de maneira inadequada. Diante da pressão da legislação ambiental e da crescente preocupação com a preservação ambiental, surge a necessidade de uma gestão ambiental adequada, garantindo a minimização de impactos ambientais, inicialmente através da redução de resíduos na fonte e em seguida através de um correto gerenciamento ambiental desses resíduos. O presente estudo teve por objetivo fazer o levantamento do potencial de reaproveitamento dos resíduos de madeira gerados pelo Laboratório de Processamento de Madeira (LPM) do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Mais especificamente, caracterizar os diferentes tipos de resíduos madeireiros gerados durante o processamento da madeira, analisar e propor possibilidades de reaproveitamento para esses resíduos. Para isso, utilizou-se a metodologia baseada em revisão bibliográfica e estudo de caso. Assim, os resíduos foram classificados como sólidos de origem industrial, apresentando-se basicamente nas formas de pó de serragem, serragem e maravalha ou cepilho. Para esses resíduos madeireiros foram propostos usos como adubo, cama de frango e confecção de briquetes.

Palavras-chave: Resíduos de madeira. Gestão ambiental. Reaproveitamento de resíduos.

AMODEI, Juliana B. *Potencialidades do Reaproveitamento de Resíduos de Madeira: O Caso do Laboratório de Processamento de Madeira da UFRRJ*. 42 p. Trabalho de conclusão de curso. Programa de Pós-Graduação Lato Sensu, Especialização em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, RJ, 2013.

ABSTRACT

The forest industry has several supply chains, including: sheets and plywood, coal, wood and energy, pulp and paper, wood and furniture. The production process of these industries, sawing activities, lamination processing of logs and lumber, accumulate significant losses of raw material and are generated large amounts of waste that are often designed improperly. Under pressure from environmental legislation and the growing concern for environmental preservation, the need arises for an adequate environmental management, ensuring the minimization of environmental impacts, primarily through the reduction of waste at source and then through a correct environmental management of these wastes. This study aimed to survey the potential for reuse of waste wood generated by the Laboratório de Processamento de Madeira (LPM) of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. More specifically, characterize different types of wood waste generated during processing of wood, analyze and propose possibilities for reuse of these wastes. For this, we used a methodology based on literature review and case study. Thus, residues were classified as solids of industrial origin, appearing primarily in the form of sawdust, wood shavings and sawdust or wood shavings. For these uses were proposed wood waste as fertilizer, poultry litter and making briquettes.

Keywords: wood waste. Environmental management. Waste reuse.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3.1 SETOR FLORESTAL.....	10
3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS DE MADEIRA	12
3.3 REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS MADEREIROS.....	15
3.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	18
3.5 GESTÃO AMBIENTAL.....	20
4 MATERIAL E METODOS.....	22
5 ESTUDO DE CASO.....	23
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO LPM.....	26
5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS E SEU REAPROVEITAMENTO.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os assuntos acerca de preservação ambiental têm se tornado cada vez mais discutidos pela sociedade. Entre eles, podemos citar a destruição de reservas naturais, o aquecimento global (TEIXEIRA e CÉSAR, 2005) e o aumento descontrolado da geração de resíduos devido ao acelerado processo de urbanização. Além disso, a geração do lixo tem sido atribuída também ao crescimento da economia, aos novos padrões e ao aumento da capacidade de consumo da população (MOREJON *et al.*, 2011).

De acordo com Farra e Esperancini (2005), a situação econômica moderna apresenta uma conjuntura bem diferenciada das circunstâncias anteriores à revolução industrial, a qual estimula uma imensa produção de resíduos industriais. Além da geração destes resíduos, muitas empresas não executam o tratamento ambientalmente correto e sequer os reutilizam, descartando muitas vezes todos estes resíduos sem o devido tratamento e disposição final adequada, prejudicando assim o meio ambiente e não proporcionando o desenvolvimento sustentável às gerações futuras.

A indústria da madeira, por exemplo, utiliza os recursos naturais de maneira ineficiente, tanto na obtenção da matéria-prima, quanto na fase de produção dos produtos e descarte dos produtos no fim de sua vida útil. Assim, resulta em um grande desperdício dos recursos madeireiros principalmente das florestas nativas, levando a grande devastação desses recursos. A geração de resíduos em grande quantidade é a prova desta ineficiência (TEIXEIRA, 2005).

Nas últimas décadas, novas formas de gerenciamento dos resíduos florestais vêm sendo adotadas. Isso é resultado do aumento da consciência ambiental, que se reflete nas ações dos movimentos ambientalistas e em novos segmentos de mercado formados por consumidores que buscam produtos certificados; do aprimoramento da legislação ambiental e florestal; da substituição de barreiras alfandegárias por barreiras ambientais; e da própria consciência por parte do empresariado, de que as perdas com resíduos significam perdas econômicas para a empresa, além de comprometerem sua imagem perante a sociedade (NOLASCO, 1993; REZENDE *et al.*, 1992). Entretanto, o aproveitamento do resíduo gerado pode contribuir para a racionalização do uso dos recursos florestais, proporcionando uma nova alternativa socioeconômica às empresas, tornando-as ambientalmente adequadas ao gerenciamento de resíduos industriais (STADLER *et al.*, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral realizar o levantamento do potencial de reaproveitamento dos resíduos madeireiros gerados pelo Laboratório de Processamento Mecânico de Madeira (LPM) do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

2.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar os diferentes tipos de resíduos madeireiros gerados durante o processamento da madeira;
- Analisar e levantar os possíveis limites e possibilidades de aproveitamento desses resíduos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SETOR FLORESTAL

A reserva florestal no mundo equivale a 3,9 bilhões de hectares, que correspondem a 31% da superfície total da Terra ou uma média de 0,6 hectares per capita (FAO, 2011). Considerando a distribuição regional, a América do Sul e a Europa concentram 50% das florestas mundiais, conforme mostra Figura 1.

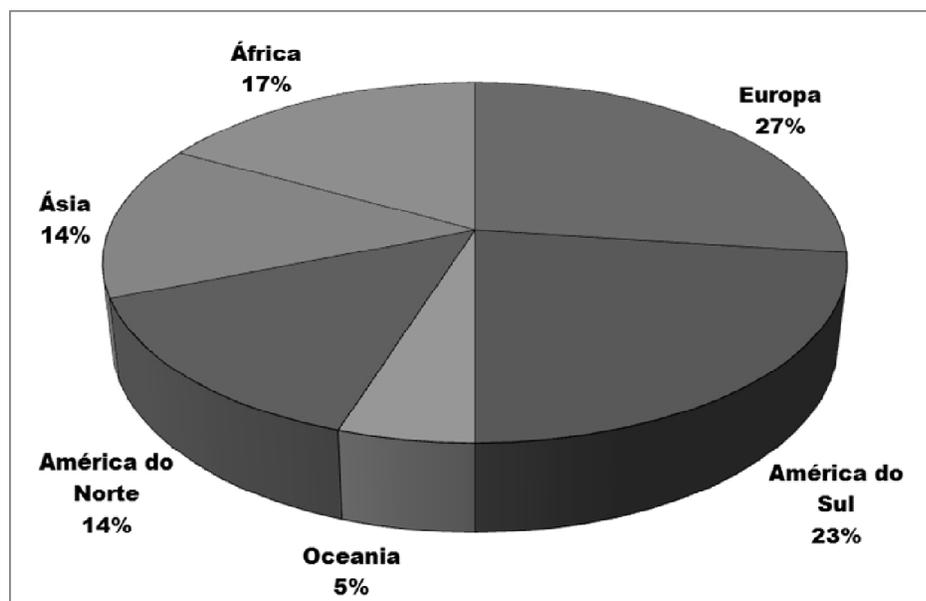


Figura 1 Distribuição Mundial da cobertura Florestal (Fonte: FAO, 2011).

Neste sentido, pode-se observar que o Brasil é um país florestal já que possui aproximadamente 500 milhões de hectares (60% do seu território) cobertos de florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, superado apenas pela Rússia (FAO, 2012).

As florestas, tanto nativas quanto plantadas, são sumamente importantes para a economia brasileira. Segundo FAO (2010), estima-se que a área de florestas nativas com potencial de produção de madeira é de aproximadamente 412 milhões de hectares, no entanto, a área de floresta natural efetivamente disponível é de aproximadamente 350 milhões de hectares. As plantações florestais ocupam aproximadamente 6 milhões de hectares, sendo 59% correspondentes a plantios de eucaliptos, 37% de pinus e 4% são outras espécies.

Segundo Foelkel (2007), uma floresta geralmente é plantada com fins de proteção ou de conservação do solo e encostas, para a produção de óleos essenciais proveniente das folhas ou, na maioria das vezes, objetiva a geração de madeira para usos diversos. Essa madeira é imediatamente associada à madeira do fuste ou tronco, a madeira que será colhida e cortada em toras para os mais diferentes usos industriais ou domésticos.

Diversos são os produtos da indústria florestal que podem ser divididos nas principais cadeias produtivas: chapas e compensados; óleos e resinas; fármacos; cosméticos; alimentos; carvão, lenha e energia; papel e celulose; madeira e móveis (SBS, 2007).

Adotando-se o conceito utilizado por várias organizações internacionais, Juvenal e Matos (2002), definem a atividade florestal como a extração de madeira para fins industriais e de geração de energia, excluindo-se os produtos não madeireiros. A cadeia produtiva da madeira, conforme a Figura 2, contempla a produção de madeira para energia (carvão vegetal e lenha), serrados, painéis e polpa para a produção de papel e outras finalidades.



Figura 2 Cadeia produtiva da madeira (Adaptado ABIMCI, 2003).

Em vários países do mundo, a atividade madeireira e a cadeia produtiva a ela associada são objeto de investimentos e transações comerciais de elevado valor. O Brasil detém tecnologia avançada para a exploração de florestas e para a transformação industrial da madeira (JUVENAL e MATOS, 2002).

Segundo Batista (2006), o setor florestal ainda apresenta baixa capacidade de produção, apesar dos índices expressivos da contribuição deste setor para a economia brasileira. As condições aqui encontradas são excelentes para a silvicultura e o

desenvolvimento de novas tecnologias para o plantio de florestas, mostram que o setor florestal no Brasil ainda tem muito a crescer e a ser explorado, podendo contribuir ainda mais para o desenvolvimento sócio-econômico do país.

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS DE MADEIRA

Segundo Quirino (2003), resíduo é tudo aquilo que resta de um processo de exploração ou produção, de transformação ou utilização. Além de qualquer substância, material ou produto descartado pelo seu proprietário.

Os resíduos sólidos, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), é definido como todo resíduo nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Esta norma ainda classifica os resíduos sólidos quanto à periculosidade e composição em:

- Classe I – Perigosos;
- Classe IIA – Não inertes;
- Classe IIB – Inertes.

Assim, como qualquer processo de industrialização, a transformação da madeira bruta, na forma de toras, em produtos processados gera uma grande quantidade de resíduos sólidos, os quais geralmente não são utilizados pela indústria de processamento da madeira, devido às limitações tecnológicas ou restrições de mercado (NOLASCO, 2000).

Segundo Teixeira (2005), durante o corte, retirada de cascas, desdobros, desgrossos, serragem e acabamentos, há geração de sobras (Figura 4) que geralmente são descartadas e acumuladas no meio ambiente.

Grande parte dos resíduos da cadeia produtiva da madeira é gerada no processamento primário (desdobro) e varia em função de determinados fatores, como o tipo de processo, as máquinas utilizadas e as dimensões e características físicas e anatômicas das toras. Geralmente, as perdas no desdobro e nos cortes de madeira de reflorestamento situam-se entre 20% e 40% do volume das toras processadas (FINOTTI *et al.*, 2006).

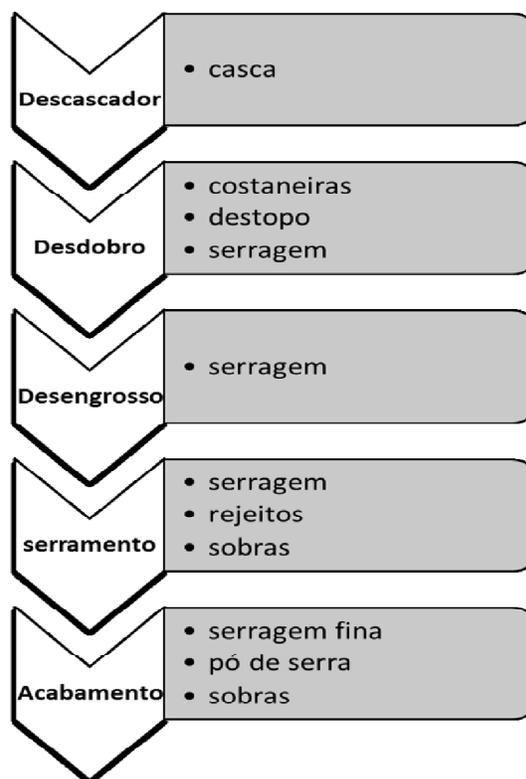


Figura 3 Etapas da industrialização da madeira e a geração dos respectivos resíduos
(Adaptado de GONÇALVES E RUFFINO, 1989).

As atividades de desdobro, de laminação das toras e de beneficiamento da madeira serrada nas indústrias, conjuntamente, acumulam perdas significativas de matéria-prima (VIEIRA, 2006).

Os resíduos de madeira, de acordo com a NBR 10004/2004, encontram-se na classe de resíduos sólidos de Classe II B – Não Inertes, pois são biodegradáveis e com possibilidade de reciclagem. Em condições naturais não proporciona riscos à saúde pública, pois não são tóxicos nem patogênicos (NOLASCO, 2000). Além disso, esses resíduos apresentam baixa densidade e não são tóxicos, quando não houver contato com outras substâncias como conservantes, fungicidas, inseticidas, vernizes, tintas, dentre outros. (QUIRINO, 2012).

De acordo com Uliana (2005), podemos classificar os resíduos de madeira quanto ao seu tamanho e forma em: Pó de serra, serragem, maravalha, cavaco, aparas, costaneira, tocos, pontas.

Ainda se tratando de tamanho e forma, TEIXEIRA (2005) exemplifica os resíduos sólidos de madeira de acordo com a figura 4.

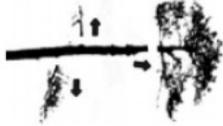
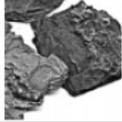
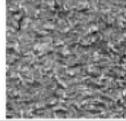
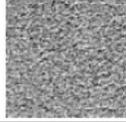
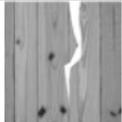
RESÍDUO	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
GALHOS E ÁPICES	Sobras do processo para deixar apenas a árvore livre de partes finas e perpendiculares à parte principal do tronco.	
CASCAS	Sobra do processo de descasque, quando se retira toda a parte da proteção natural do tronco (casca).	
COSTANEIRAS	Sobra no formato de meia-lua contendo uma parte de madeira e casca não removida, proveniente da redução da tora em peças de seção retangular ou quadrada.	
DESTÓPO (tocos)	Proveniente do corte das pontas estragadas ou inúteis dos troncos, tábuas ou pranchas.	
SERRAGEM	Proveniente da ação mecânica de serras e máquinas de desbaste da madeira. Para cada tipo de máquina ou de serra há um resíduo peculiar, mas podem-se classificar tais sobras como finas ou grossas, conforme mostradas abaixo:	
• SERRAGEM GROSSA	Formada de lascas, flocos, maravalha e cavacos. Mantém uma boa quantidade das fibras do tronco.	
• SERRAGEM FINA	Formada por pó de serra de diferentes tamanhos de partícula. Apresenta-se parecida como a farinha de mandioca	
PÓ DE LIXAMENTO	Proveniente do processo de lixamento, na fase de acabamento, de uma peça. Apresenta-se como um pó muito fino cuja partícula varia de acordo com o número de aspereza da lixa.	
SOBRAS	Peças processadas e acabadas, apresentando boa qualidade técnica e comercial, mas que não foram usadas nos produtos finais.	
REJEITOS	Peças que, ao sofrer o processamento, ficaram abaixo dos padrões técnicos ou comerciais geralmente por estarem quebrados, empenados, rachados ou trincados.	

Figura 4 Classificação quanto ao tamanho dos resíduos de madeira (Adaptado TEIXEIRA, 2005).

Fontes (1994), citando estudo realizado pelo extinto IBDF e a Fundação da Universidade Federal do Paraná (1982), classificou os resíduos de madeira em **Serragem**, resíduo gerado pelas serras e encontrado em todos os tipos de indústria madeireira, exceto as laminadoras; **Cepilho ou Maravalha**, resíduo gerado pelas plainas nas instalações de serraria/beneficiamento; e **Lenha**, resíduo de maiores dimensões, gerado em todos os tipos de indústria, composto por costaneiras, aparas, refilos, cascas, cavacos.

De acordo com Brito (1995), a lenha é o tipo de resíduo de maior representatividade, correspondendo a 71%, enquanto a serragem representa 22% e os cepilhos ou maravalhas correspondem a 7% do total de resíduos gerados na indústria.

Algumas indústrias, como de painéis de madeira, geram também resíduos na forma de casca e de rolo-resto, tendo a mesma destinação do gerado na serraria e na indústria de assoalho. Especificamente nas indústrias moveleiras, os resíduos se limitam a serragem, cepilhos, aparas e refilos gerados pelo beneficiamento da madeira (MIYAZAKI, 1989).

Apesar do volume de resíduo desperdiçado, poucas indústrias investem no gerenciamento dos resíduos e caracterização do processo produtivo com o intuito de melhorias no aproveitamento da matéria-prima e qualidade de produtos. De acordo com Nahuz (2005), menos de 5% das empresas de base florestal exercem alguma prática de conservação e de minimização de impactos ambientais negativos.

Geralmente, os resíduos da madeira não possuem adequada disposição final, provocando impactos ambientais como a poluição do ar, do solo e da água, pois muitas vezes esses resíduos são queimados a céu aberto, depositados sobre o solo em áreas próximas à indústria ou em cursos d'água (NOLASCO, 1993; NOLASCO, 2000).

O gerenciamento dos resíduos da indústria madeireira deve ser realizado priorizando a minimização no processo produtivo e a valorização, agregando valor ao resíduo através da sua reutilização. A identificação dos pontos críticos de geração de resíduos é fundamental para o planejamento e para a implantação de estratégias de minimização (NOLASCO, 2004). Aqueles que não podem ser reaproveitados devem ser tratados e ter uma adequada destinação final (NOLASCO, 2000).

3.3 REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS MADEIREIROS

Os resíduos de madeira gerados em grandes quantidades juntamente com seu subaproveitamento nas indústrias, além de perdas econômicas para indústria e sociedade, resultam em impactos ambientais. No entanto, segundo Wechetech (2009), o reaproveitamento desses resíduos pode deixar de ser um passivo ambiental quando utilizados como matéria-prima para diversos fins, podendo gerar lucro para indústria e minimizar problemas ambientais, e como indicador para avaliação de desempenho ambiental.

De acordo com Lopes (2009), diversos são os benefícios da utilização dos resíduos, dentre eles, melhoria das condições sociais, através da criação de postos de trabalho e do

emprego de mão-de-obra não qualificada; compatibilidade com pequenos investimentos; conservação do meio ambiente em virtude da valorização do resíduo; incentivo a economia, pois, agregando valor aos resíduos, proporciona novas fontes de renda para a cultura local; e contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários.

Segundo Brand (2002), o reaproveitamento dos resíduos madeireiros pode ocorrer na própria indústria que o produz ou ainda podem ser vendidos para outras empresas e aplicados em usos diversos, dando destino ao subproduto. Diversas são as aplicações que podem ser dadas a estes resíduos, desde produção de energia, como lenha ou transformados em briquetes, até confecção de painéis de madeira e fabricação de pequenos objetos de madeira.

De acordo com Teixeira (2005), os resíduos de madeira geralmente têm duas formas de reaproveitamento básico, material para queima e geração de energia, e o uso em granjas e currais como forragem de piso (cama de frango). Além desses, de forma menos comum, são utilizados como adubo e na indústria de madeiras reconstituídas.

Visando um melhor aproveitamento dos resíduos de madeira como matéria-prima, Lima (2005) cita diversas possibilidades de utilização desses resíduos:

- Energia - os resíduos são muito utilizados para gerar energia devido a sua capacidade calorífica, além de apresentar vantagem, pois economiza outras fontes de energia. A geração de energia pode ser através da própria madeira (lenha) ou a partir de briquetes¹ (formado pela compactação dos resíduos granulados a uma elevada pressão), este apresenta maior vantagem, pois existe um controle maior do teor de umidade, queimando de forma mais uniforme e facilitam o manuseio e transporte.
- Painéis reconstituídos de partículas e fibras de madeira - os resíduos podem ser utilizados para confecção de chapas de fibras ou partículas como o MDF (*Medium Density Fiberboard*)² ou o aglomerado³. Entretanto, devem ser avaliados aspectos como o tamanho das partículas utilizadas que influenciam na qualidade do produto

¹ Briquete – é um subproduto de madeira, produzido pela compactação de resíduos madeireiros granulados a uma elevada pressão. Podendo ou não receber algum tipo de aglutinante ou componente químico em seu processo de fabricação, resultando em blocos cilíndricos ou poligonais de biomassa compactada.

² As chapas MDF (medium density fiberboard) são produzidas com fibras de madeira aglutinadas com resina sintética termofixa, que se consolidam sob ação conjunta de temperatura e pressão resultando numa chapa maciça de composição homogênea, de alta qualidade.

³ O aglomerado é uma chapa de partículas de madeiras selecionadas de pinus ou eucalipto, provenientes de reflorestamentos. Essas partículas são aglutinadas com resina sintética termofixa e se consolidam sob a ação de alta temperatura e pressão.

final. Inclusive a indústria de aglomerados surgiu para o melhor aproveitamento de madeiras menos nobres e resíduos.

- Polpa - a utilização dos resíduos como polpa para produção de papel apresenta bastante viabilidade, porém apresentam algumas limitações quanto ao tipo de resíduo a ser usado e a origem da madeira, sendo fatores que podem influenciar na qualidade do produto (BANKS, 2003).

Entretanto, diversas limitações são encontradas para o reaproveitamento dos resíduos madeireiros, entre elas a diversidade de espécies, pois influenciam na trabalhabilidade da madeira; formas e dimensões variadas; sazonalidade da geração dos resíduos, baixo valor agregado ao resíduo, influenciando no custo do transporte do local de geração ao de aproveitamento; falta de políticas públicas de incentivo para o desenvolvimento de tecnologia de aproveitamento etc (LOPES, 2009).

A falta de informações acarreta a prática incorreta do reaproveitamento dos resíduos, podendo causar maiores problemas ambientais. As indústrias de painéis de madeiras reconstituídas (aglomerados, MDF) ou qualquer outra que realize determinado tratamento que garanta melhoria de características da madeira, conseqüentemente gerando resíduos contaminados com substâncias químicas, devem ter uma atenção especial, pois a reutilização desses resíduos fica proibida em forração de granja, adubo de hortaliças e geração de energia, ou seja, incineração sem algum controle (PEREIRA, 2005).

Pereira (2010) cita que o uso de substâncias tóxicas faz com que a destinação do resíduo produzido pela madeira tratada deve ser criteriosa e o reaproveitamento deve prever a sua aplicação de forma inerte. A presença dessas substâncias deve ser observada e os efeitos antecipados em relação a sua reutilização, como na queima do resíduo após o uso e na deposição desses resíduos em locais adequados, prevenindo efeitos negativos causados ao solo e aos lençóis freáticos.

Nesse sentido, indústrias que utilizam madeira maciça e painéis aglomerados como matéria-prima, devem segregar seus resíduos na origem para que não ocorra a contaminação dos resíduos *in natura* com aqueles que apresentam qualquer tratamento químico, pois reduz o potencial de valorização dos resíduos no mercado (PEREIRA, 2005).

De um modo geral, Neto e Moreira (2010), cita que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem por objetivo definir estratégias que viabilizem a agregação de valor aos

resíduos, favorecendo a inclusão social e o aumento da capacidade produtiva competitiva, além de delimitar o papel dos Estados e Municípios na gestão de resíduos sólidos.

As empresas que buscam padrões de eficiência ambiental e obtenção de certificações devem priorizar práticas como reaproveitamento de resíduos e conseqüentemente a redução na utilização de recursos naturais, trazendo benefícios ao meio ambiente e garantindo lucros para empresa (DUTRA *et al.*, 2010).

3.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Historicamente, a legislação ambiental no Brasil teve seu início no século XVII, quando a Coroa Portuguesa detinha o direito de propriedade sobre algumas áreas e baseadas no Código Penal do Império, previa multas para aqueles que não seguissem as normas para o corte de madeiras (FRITSCH, 2000). Todavia, as determinações legais tinham como principal objetivo a ampliação do domínio colonial (REZENDE e HELLER, 2008) e, conforme Fritsch (2000), somente a partir da década de 30 que se iniciaram de fato as ações governamentais relativas à Política Ambiental, com a criação do Código das águas, Código da Pesca e do primeiro Código Florestal Brasileiro.

De acordo com Bernardes e Ferreira (2007), após a Segunda Guerra Mundial, a humanidade percebeu, também, que o mau uso do meio ambiente poderia representar o fim de sua própria existência. A partir do surgimento desta consciência ambiental, a ciência e a tecnologia passaram a ser questionadas, pois evoluíram com grande velocidade e seus processos poderiam ocasionar contaminações ambientais, lesando não só a natureza como também a população.

Os recursos naturais foram intensamente explorados durante a época de industrialização em todo o mundo, ocasionando inúmeros efeitos negativos à natureza e ao homem. Nos anos 60, influenciados pelo nível crescente da poluição ambiental em muitos países industrializados, percebeu-se que os recursos naturais utilizados eram esgotáveis e foi considerada a década da conscientização (CERUTI e SILVA, 2009; TEIXEIRA, 2006).

O maior avanço na legislação ambiental ocorreu, na década de 80, com o surgimento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), tendo como prioridade a unificação das questões ambientais com o desenvolvimento socioeconômico; e da Constituição Federal de 1988, onde além de pela primeira vez existir um capítulo inteiramente dedicado ao meio ambiente, o mesmo aparecia nos demais capítulos.

A criação de legislações mais restritivas e a obrigação de ações dentro das empresas, determinando um maior controle sobre suas atividades efetivas e potencialmente poluidoras foram, também, em decorrência dos impactantes acidentes ambientais provocados por grandes empresas na década de 80 e 90 (BARATA, 1997).

Além disso, tem-se a preocupação global com a conservação do meio ambiente registradas através de encontros e relatórios mundiais, como a Conferência de Estocolmo, o relatório da Comissão de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas (Brundtland Commission) e a ECO 92. Estes, introduzindo conceitos como desenvolvimento sustentável, levaram algumas indústrias a desenvolverem um sistema de gestão ambiental e potencializaram a crescente preocupação com a questão ambiental que seria responsabilidade de todos. (SERVIÇO..., 2004).

Em um acordo criado durante a 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, o Protocolo de Kyoto, foram estabelecidos mecanismos para que as metas de redução de emissão de poluentes fossem atingidas, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Para o Brasil, o objetivo principal do MDL é promover o desenvolvimento sustentável e o uso racional dos recursos naturais (FAGUNDES, 2004).

Além dos avanços na legislação ambiental básica, o setor de Saneamento Básico se desenvolveu a partir do ano de 2007, após diversas tentativas anteriores sem sucesso, onde foi aprovada a Lei nº 11.445/07 que institui diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. Essa lei estabelece o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais (de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; drenagem e manejo das águas pluviais; e manejo de resíduos sólidos) como elementos constituintes do Saneamento Básico (BRASIL, 2007).

Apesar dos avanços no setor de saneamento, a área de Resíduos Sólidos não evoluiu muito, ganhando expressividade no Brasil somente no século XX, com o acelerado processo de urbanização, modificando o perfil de consumo e conseqüentemente o aumento no volume de lixo gerado (PHILLIPI JR. e AGUIAR, 2005), sendo assim necessária a adoção de práticas mais eficientes de gerenciamento de resíduos sólidos, onde surgem os primeiros programas de coleta seletiva durante a década de 80.

Após longo processo de construção, em 2010 é aprovada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo um passo fundamental na melhoria da gestão de resíduos no Brasil, através da criação de instrumentos e mecanismos para responsabilizar, além dos gestores públicos, os fabricantes, revendedores, comerciantes e distribuidores (GRIMBERG, 2007)

3.5 GESTÃO AMBIENTAL

Com o aumento das normas e legislações, as empresas começaram a adotar Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) para não perderem sua competitividade tanto no mercado interno quanto internacional, surgindo em vários países diversos modelos. Um dos sistemas utilizados pela gestão ambiental é a implantação das normas da série ISO 14.000:2004 que visam apoiar os princípios de desenvolvimento sustentável. Embora não seja um instrumento legal e obrigatório (RAMOS, 2001). Entretanto, garantem uma metodologia de controle dos aspectos ambientais, baseada na melhoria contínua do SGA.

Segundo Rocha (2005), o conjunto de normas ISO 14.000:2004 regulamentam a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), de forma a garantir o atendimento aos requisitos legais na tentativa de atingir um padrão de sustentabilidade, através de avaliações e mudanças no processo produtivo e no produto final, a fim de que sejam minimizados os impactos ambientais. Os custos para adoção da norma ISO 14001 são elevados, podendo se tornar um obstáculo para as pequenas empresas. Contudo, na tentativa de reduzir essa barreira do alto custo, as empresas podem começar com um sistema de gestão ambiental básico e, gradualmente, desenvolver um sistema mais aprimorado (MILES *et al.*, 1997).

Segundo Henri e Journeault (2008), o uso de indicadores ambientais é de grande importância na avaliação do desempenho ambiental, pois apoiam as organizações na comunicação de estratégias ambientais, ajudam a estar em conformidade ambiental, auxiliar na obtenção e manutenção da certificação ISO 14001 e fornecem dados para elaboração de relatórios ambientais.

Hermann *et al.* (2007) utilizam uma combinação de ferramentas, como Indicadores de Desempenho Ambiental (IDA) e Análise do Ciclo de Vida (ACV), para fornecer informações em relação a avaliação dos impactos e melhoria do desempenho ambiental de uma indústria de celulose.

A ACV é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão, através do fornecimento de informações ambientais relacionadas ao cumprimento de uma necessidade por um produto, sendo este um bem ou serviço (ABCV, 2013). Segundo GIANNETTI *et al.* (2008), a ACV permite a estimativa dos impactos ambientais cumulativos resultantes de todas as fases do ciclo de vida do produto, muitas vezes incluindo impactos não considerados em análises mais tradicionais.

O termo “ciclo de vida” refere-se à maioria das atividades na trajetória da vida do produto desde a sua fabricação, utilização, manutenção e disposição final, incluindo a aquisição de matéria-prima necessária para a fabricação do produto (USEPA, 2006). Entre as utilizações da ACV, estão o planejamento ou desenvolvimento de estratégias ambientais; projeto de produtos e processos, melhorias e otimizações; identificação de oportunidades de melhorias ambientais; e auditorias ambientais e minimização de rejeitos (ABCV, 2013).

Outro fato é o uso das expressões “tecnologias limpas”, “produção mais limpa” que são cada vez mais comuns quando se aborda o tema de gestão ambiental. Estas estratégias são indicadas como instrumentos que possibilitam um funcionamento de modo social e ambientalmente responsável, tendo como foco a redução do desperdício ou mesmo a prevenção da geração dos resíduos. Além de, aumentar a eficiência na utilização das matérias-primas, água e energia e de reduzir os riscos para a população e para o meio ambiente (UNEP, 2012).

Para auxiliar na busca pela melhoria contínua de um SGA, em se tratando de resíduos sólidos, temos como ferramenta o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) que é um importante documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos. Considerando aspectos específicos de cada empresa, o PGRS deverá contemplar procedimentos diferenciados durante as operações de geração, segregação na origem, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final (SCHNEIDER *et al.*, 2004).

A gestão baseada na prevenção, a partir do momento que reduz o impacto na origem da fonte de matéria-prima, reduz também seu desperdício e energia, convertidos comumente em resíduos sólidos, líquidos e gasosos, que sempre agregam custos aos processos produtivos gerando problemas ambientais que exigirão ainda mais custos para sua solução (LORA, 2000; KIPERSTOK *et al.*, 2002).

O gerenciamento e controle da geração de resíduos, bem como seu reaproveitamento e reciclagem, podem se constituir também em fonte de lucro para as empresas, além de tornar a empresa mais competitiva no mercado e o comprometimento ambiental da mesma. (ZOLDAN, LEITE; PILATTI, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido inicialmente a partir do levantamento de um problema, a geração de resíduos madeireiros. Foram realizados levantamentos bibliográficos para obtenção de um referencial teórico e um estudo de caso no Laboratório de Processamento de Madeira (LPM) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

De acordo com Silva e Menezes (2001), a pesquisa desenvolvida é classificada como exploratória, uma vez que envolve levantamentos bibliográficos e análise de exemplo prático (Estudo de Caso) do problema pesquisado. A abordagem foi qualitativa, considerando que há uma relação dinâmica entre a realidade e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzida em números.

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de livros e revistas técnicas, recursos da internet como acessos a dissertações, teses, artigos e publicações técnico-científicas e em bibliotecas digitais, nacionais e estrangeiras.

Foram realizadas três visitas ao local de estudo, dia 28/06/2012 para observações, mapeamento do processo e croqui de layout do LPM. Posteriormente, nos dias 11/12/2012 e 04/03/2013 foram realizadas coleta de dados e levantamento fotográfico das máquinas utilizadas e dos resíduos gerados durante o processamento da madeira.

As coletas dos resíduos foram realizadas durante o processamento da madeira, em cada maquinário existente no LPM. Os resíduos foram acondicionados em sacos plásticos com suas respectivas identificações para posteriormente, realizar a classificação (Figura 5).

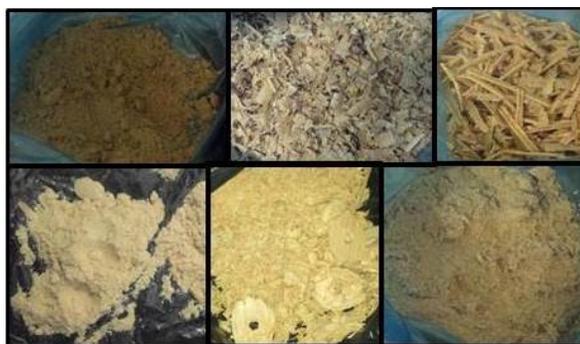


Figura 5 Resíduos coletados para classificação.

Após classificar os resíduos, foram discutidas propostas de possibilidades para destinação desses resíduos de forma a garantir seu adequado reaproveitamento.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no Laboratório de Processamento de Madeira (LPM) pertencente ao Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Figura 6), localizada na cidade de Seropédica, Rio de Janeiro.



Figura 6 Laboratório de Processamento da Madeira

O LPM possui uma área física de 273,90 m², apresentando as seguintes divisões: serraria, área de estocagem e armazenamento, sala de estudos, acervo, sala dos técnicos/funcionários e marcenaria (Figura 7).



Figura 7. Croqui de localização do LPM.

Atualmente o Laboratório oferece suporte às atividades de ensino e pesquisa desenvolvidas no Departamento, como a realização de aulas práticas e pesquisas. Eventualmente apresenta projetos para confecções de mobiliários (Figura 8) e POMs (Pequenos Objetos de Madeira).



Figura 8 Confeção de mobiliários

O LPM utiliza como matéria-prima madeiras proveniente de reflorestamentos, principalmente eucalipto e pinus, além de madeiras nativas (quando derrubadas acidentalmente por fenômenos da natureza, como chuvas fortes e vento) e exóticas para fins de pesquisa. O LPM não possui registro do volume de madeira processada, atendendo a demanda de estudos e pesquisas da Instituição.

Durante o processamento da madeira são gerados diversos resíduos, entre eles pó de serra, maravalhas em diversas dimensões, cavacos etc e estes variam de acordo com a produção e o tipo do produto fabricado. A maior parte desses resíduos é de madeira *in natura*, ou seja, não possuem substâncias contaminantes como tintas, substâncias preservativas. Atualmente, todo resíduo produzido é armazenado para posterior queima no local (Figura 9).



Figura 9 Disposição inadequada de resíduos

5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO LPM

A cadeia produtiva do LPM caracteriza-se pela utilização da madeira bruta e a aplicação de processos mecânicos para seu desdobramento em dois estágios de processamento. Engloba basicamente a serraria (desdobro primário) e marcenaria (beneficiamento). Entretanto, entre essas duas etapas ocorre a fase da secagem.



Serraria

Na serraria (figura 10) ocorre a etapa do desdobro primário que consiste no processo de transformação de uma tora de madeira de seção circular em peças menores de seção quadrangular, como semiblocos, blocos, pranchões, pranchas, vigas, vigotes, caibros, tábuas, sarrafos e ripas. Para a obtenção destes produtos, no LPM utiliza-se de serra de desdobro primário.



Figura 10 Serra de desdobro primário.

As toras são colocadas em suportes para o corte e a serra é movimentada em toda extensão da tora pelo operador.

Geralmente, nessa etapa acontece a retirada das costaneiras das toras, que são tábuas retiradas das extremidades exteriores dos troncos e possuem seção irregular (Figura 11).

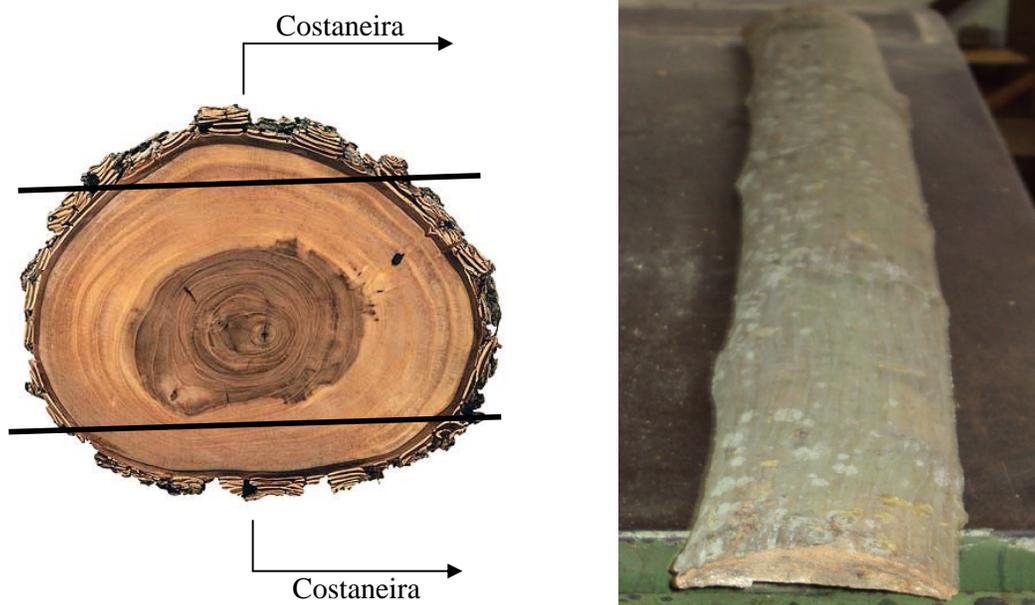


Figura 11 Retirada das costaneiras durante o desdobro.

Secagem

A etapa de secagem é fundamental para obtenção de produtos de qualidade da madeira, pois ela é responsável pela variação de diversas propriedades físicas e mecânicas, inclusive a resistência contra organismos xilófagos (organismos que atacam e destroem a madeira). Além disso, quando realizada de forma correta, pode reduzir defeitos (empenamentos, rachaduras, manchas) na madeira, aumentando seu rendimento e reduzindo geração de resíduos (FAGUNDES, 2003).

Para essa etapa, as tábuas são gradeadas, ou seja, são empilhadas com espaçamentos em níveis, de forma a permitir a passagem de ar e vapor alcançando as superfícies de todas as peças (Figura 12).



Figura 12 Etapa de secagem.

As pilhas são enviadas para as estufas de secagem, onde permanecem até atingirem o grau de umidade desejado, de acordo com seu objetivo final.

Marcenaria:

Nessa etapa de processamento, o beneficiamento das peças obtidas na serraria, após a secagem (tábuas secas), em peças de menores dimensões, de acordo com as necessidades e objetivo pretendido (Figura 13). Para exemplificar, nessa etapa obtêm-se os produtos manufaturados como as janelas; portas; armários; pisos; cercas, produtos para construção e muito outros.



Figura 13 Visão geral da área de beneficiamento (Marcenaria).

O LPM possui um total de 12 máquinas para esse processamento, dentre elas temos a serra circular, serra de fita, plaina, lixadeira, furadeira de bancada, desengrosso e torno.

Cada equipamento apresenta um conjunto de características que o indicam para tipos de madeira e características da tora que devem ser conhecidas, pois interferem na produção, produtividade e rendimento volumétrico (SILVA, 2001).

Nesse estudo, foram avaliados os resíduos madeireiros gerados nas seguintes máquinas da marcenaria:

- Serra circular (Figura 14) – são ferramentas de corte utilizadas para serrarem as peças de madeira nos tamanhos pré-definidos pelo operador.



Figura 14 Equipamentos utilizados para serrar as peças de madeira.

- Lixadeira (Figura 15) - A lixadeira é utilizada pra lixar a madeira. Consiste em duas polias e uma lixa em forma de correia que quando acionada realiza um movimento retilíneo em relação à mesa. Para lixar a peça o operador deve flexioná-las sobre a lixa com o auxílio dos calçadores até que se atinja o objetivo proposto.



Figura 15 Equipamento utilizado para lixamento das peças de madeira.

- Furadeira de bancada (Figura 16) - Realiza perfurações em peças de madeira.



Figura 16 Equipamento utilizado para perfurações nas peças de madeira

- Plaina desempenadeira (Figura 17) - onde é executada a regularização das faces, ou seja, tornar plana uma superfície. O número de faces que serão aplainadas vai depender do produto final, mas geralmente aplainam-se duas ou quatro superfícies.



Figura 17 Equipamento utilizado para regularizar faces das peças de madeira

- Plaina desengrossadeira (Figura 18) - para dimensionar a espessura e a largura de uma peça de madeira, deixando-a plana e uniforme.



Figura 18 Equipamento para dimensionar as peças de madeira

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS E SEU REAPROVEITAMENTO

Como foi observado, o processamento da madeira no LPM ocorre basicamente em três etapas, sendo que a primeira etapa (desdobro) gerou resíduos úmidos, na etapa seguinte, onde ocorre a secagem das peças de madeira, não houve geração de resíduos e na última etapa (beneficiamento) foram gerados resíduos secos.

De acordo com NBR 10.004/2004, classificou-se os resíduos de madeira gerados no processo produtivo do LPM como resíduos sólidos industriais, pertencentes à classe IIA (não perigosos e não inertes). Em se tratando de forma e tamanho, os resíduos foram classificados, de acordo com Uliana (2005), como Pó de serra, Serragem, Maravalha ou Cepilho.

Para um adequado gerenciamento ambiental dos resíduos gerados no LPM, a partir do Quadro 1, foram propostas alternativas viáveis para o reaproveitamento desses resíduos gerados em cada equipamento avaliado.

Para cada tipo de resíduo existem diferentes formas de reaproveitamento tecnicamente viáveis, mas para isso se faz necessária uma análise prévia para avaliar o maior potencial para o mercado local e minimizar os impactos ambientais.

Muitas vezes a falta de informações e algumas dificuldades inerentes ao reaproveitamento, impedem uma destinação ambientalmente correta, acarretando na queima desses resíduos sem algum controle de poluição (LOPES, 2009). É importante levar em consideração alguns pontos bastante relevantes na escolha do melhor uso do resíduo.

No caso do LPM, os resíduos gerados são livres de contaminações por produtos químicos, o que facilita seu reaproveitamento em diversas áreas. Entretanto, há algumas dificuldades encontradas, como a geração de resíduos que não ocorre de forma contínua, o que desfavorece a venda para outros estabelecimentos que precisam de certa quantidade mensal, por exemplo, para utilizar em seu processo produtivo, seja em uma padaria ou pizzaria, para geração de energia nos fornos. Além disso, outra dificuldade encontrada seria o valor do transporte, para o fornecimento dos resíduos para outras empresas, pois geralmente são elevados quando falamos em resíduos de forma geral.

Diante disso, as sugestões propostas para o reaproveitamento dos resíduos de madeira gerados no LPM levaram em consideração todas essas características.

Quadro 1 Classificação dos resíduos sólidos⁴ de madeira gerados no LPM e as possibilidades de reaproveitamento.

Etapa	Equipamentos	Resíduos de Madeira	Classificação	Reaproveitamento
Serraria			Serragem fina	Adubo Briquetes
			Maravalhas ou cepilhos	Cama de frango Adubo
Marcenaria			Maravalhas ou cepilhos	Cama de frango
			Serragem em pó	Adubo Briquetes
			Serragem fina e grossa	Adubo Cama de frango Briquetes
			Serragem fina	Adubo Briquetes

⁴ Resíduos sólidos de madeira pertencentes à classe IIA, segundo classificação da NBR 10.004/2004.

Como citado no quadro acima, o reaproveitamento de alguns resíduos como adubo se torna adequado, uma vez que a UFRRJ possui em suas dependências um viveiro florestal, no qual são produzidas mudas que necessitam de adubo para seu melhor desenvolvimento.

Monteiro *et al.* (2010) realizaram um trabalho experimental utilizando resíduos da indústria madeireira na implantação de um sistema diferenciado em áreas de reflorestamento com o plantio de pupunheira (*Bactris gasipaes*) associada ao paricá (*Shizolobium amazonicum*). Os ganhos relativos com adição de resíduos de madeira ao solo ficaram evidentes com maior desempenho da cultura sob esta prática agrícola.

Horta *et al.* (2010) avaliando o uso da cinza proveniente da incineração de resíduos florestais, concluíram que esta pode ser aplicada ao solo sem prejudicar a produção ou as propriedades do solo.

A utilização dos resíduos para a geração de energia é uma solução sustentável, pois estes resíduos são oriundos de fontes limpas e renováveis e por isso apresentam vantagens, do ponto de vista ambiental, quando comparados ao uso de combustível fóssil (GUSTAVSSON *et al.*, 2007); e do ponto de vista econômico, quando reduz os gastos com a utilização de energia proveniente das concessionárias (ARAÚJO, 2003).

Como o LPM faz parte de uma instituição de pesquisa, é interessante a possibilidade do reaproveitamento dos resíduos de madeira na confecção de briquetes, podendo ser realizado em aulas práticas, através de experimentos para aprendizado dos alunos.

Em estudo realizado sobre energia armazenada nos diferentes resíduos do desdobro de toras de *Eucalyptus grandis* para fabricação de briquetes, Monteiro *et al.* (2012), constataram que a proporção de cada um dos resíduos, não interfere no total de energia, pois não há diferença significativa na energia armazenada na serragem, no composto de costaneiras e aparas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo, conclui-se que os resíduos sólidos de madeira do LPM devem deixar de serem tratados simplesmente como passivos ambientais e passar a serem considerados subprodutos capazes de gerar algum benefício para a instituição.

Para isso, se faz necessário uma adequação no gerenciamento dos resíduos sólidos gerados durante o processo produtivo, iniciando com a elaboração de um PGRS que auxilie na identificação das medidas necessárias para adequação na gestão desses resíduos. Para isso, deve-se inicialmente atuar no entendimento das causas geradoras, com o principal objetivo de evitar e/ou minimizar a geração desses resíduos. Em seguida, é preciso buscar soluções como o reaproveitamento ou reciclagem. Ou seja, é importante atuar na eficiência dos processos produtivos, evitando o desperdício e valorizando os resíduos gerados.

São necessários maiores investimentos em estudos e pesquisas para o desenvolvimento de mais alternativas para valorização dos resíduos sólidos e a criação de integrações entre cadeias produtoras e consumidoras com objetivo de facilitar a reutilização dos resíduos em diferentes processos produtivos que foram gerados.

O gerenciamento de resíduos sólidos deve deixar de ser uma obrigação legal, para as empresas e sociedade, e passar a ser considerado como benefício, sendo utilizado como indicador de qualidade ambiental. Os resíduos sempre representaram um problema para a indústria, acarretando custos elevados para sua disposição final adequada. A preocupação ambiental ganhará força no momento em que os empreendedores perceberem que o reaproveitamento dos resíduos pode gerar lucros para a empresa, com a geração de receita a partir dos resíduos e redução de gastos desnecessários com o baixo rendimento de produção de madeira e custos com energia.

O reaproveitamento dos resíduos madeireiros do LPM como matéria-prima para novos produtos ajudará a reduzir os impactos ambientais, contribuindo para a preservação dos recursos florestais, reduzindo a pressão sobre as florestas nativas ou plantadas, além de servirem como excelentes indicadores de desempenho ambiental.

As alternativas propostas nesse estudo para o LPM são medidas imediatas que auxiliam na melhoria da destinação dos resíduos sólidos de madeira gerados. Entretanto, mais estudos relativos ao processo produtivo, quantificação dos resíduos e elaboração de um PGRS devem ser realizados com o objetivo de aumentar os rendimentos de produção, através de maquinários novos e mais eficientes, e reduzir a geração dos resíduos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, H. J. B. Aproveitamento de resíduos das indústrias de serrarias do Acre para fins energéticos. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 38p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CICLO DE VIDA (ABCV). Disponível em: <<http://www.abcvbrasil.org.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 71p. 2004.

BANKS, A. D. Aproveitamento de resíduos da indústria da madeira. Revista da madeira, Curitiba, ano 12, n. 69, p. 28-30, 2003.

BARATA, M. M. L. Gestão ambiental empresarial. A economia ecológica e os instrumentos e políticas para uma sociedade sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2., 1997. São Paulo. Anais... São Paulo: Faculdade de Ciências Econômicas (FACE/UFMG), p. 306-324. 1997.

BATISTA, D. C. Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo do tempo, rendimento e eficiência: estudo de caso em Piraí, RJ. 2006. 53p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e natureza. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J. T. A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand, 2007. cap. 1, p. 17-42.

BRAND, M. A.; MUNIZ, G. I. B.; SILVA, D. A.; KLOCK, U. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. Revista Floresta, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 247-260, jul./dez. 2002.

BRASIL. Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07). Brasília: Diário Oficial da União, 2007. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em 23 de abril de 2013.

BRITO, E. O. Estimativa da produção de resíduos na indústria brasileira de serraria e laminação de madeira. Revista da Madeira, Curitiba, ano IV, nº26, p. 34-39, 1995.

C.T.DONOVAN ASSOCIATES INC. Opportunities and Constraints associated with using wood waste for fuel in connecticut. Connecticut: Office of Policy and Management, Energy Division, 1990

CERUTI, F. C.; SILVA, M. L. N. Dificuldades De Implantação de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em Empresas. Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba, 2009.

DOBROVOLSKI, E. G. Problemas, destinação e volume dos resíduos da madeira na indústria de serrarias e laminadoras da região de Irati – PR. 1999. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 1999.

FAGUNDES, H. A. V. Diagnóstico de produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeiras plantadas no Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

FARRA, F.C.P.D.; ESPERANCINI, M.S.T. Análise econômica-energética de utilização industrial florestal para geração de energia térmica: um estudo de caso. Revista Energia Agrícola, Botucatu, vol. 20, n.3, 2005.

FINOTTI, A. R., SCHNEIDER, V. E., WANDER, P. R., HILLIG, É., SILVA, M. D’A. Uso energético de resíduos de madeira na cadeia produtiva de madeira/móveis e possibilidades de geração de créditos de carbono. In: Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha - Sistemas de gerenciamento ambiental na indústria moveleira. Educs, 2006, p. 191-230.

FOELKEL, C. Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. Eucalyptus on line books & Newsletter, 2007.

FONTES, P. J. P. Auto-Suficiência Energética em Serraria de Pinus e Aproveitamento dos Resíduos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1994.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAO no Brasil - Memória de Cooperação Técnica. Disponível em: <https://www.fao.org.br/download/LivroFAOBrasilMemoriaCooperacaoTecnica.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). State of the World's Forests. Rome, 2011. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em: 05 de julho de 2012.

FRITSCH, I. E. Resíduos Sólidos e seus aspectos legais, doutrinários e jurisprudenciais. Porto Alegre: Secretaria Municipal de Cultura, 2000.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H.; RIBEIRO, C. M. Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas. *Produção (online)*, v. 18, n. 1, p. 155-169, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132008000100012>. Acesso em: 23 de abril de 2013.

GONÇALVES, Marcos Tadeu T. RUFFINO, Rosalvo Tiago. Aproveitamento do Resíduo Gerado na Indústria Madeireira. III EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Anais... USP – EESC. São Carlos, SP. 1989. p 129 à 140.

GRIMBERG, Elisabeth. Política Nacional de Resíduos Sólidos: o desafio continua. Instituto Pólis: São Paulo, out. 2007. Disponível em: <http://www.polis.org.br/uploads/571/571.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2013.

GUSTAVSSON, L. ; HOLMBERG, J. ; DORNBURG, V. ; SATHRE, R. ; EGGERS, T.; MAHAPATRA, K. ; MARLAND, G. Using biomass for climate change mitigation and oil use reduction. *Energy Policy*, v.35, p. 5671-5691, 2007.

HENRI, J. F., JOURNEAULT, M. Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms", *Journal of Environmental Management*, v. 87, p. 165-176, 2008.

HERMANN, B., KROEZE, C., JAWJIT, W. Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators", *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 1787-1796, 2007.

HORTA, C.; LUPI, S.; ANJOS, O.; ALMEIDA, J. Avaliação do potencial fertilizante de dois resíduos da indústria florestal. *Revista de Ciências Agrárias*, v.33 n.2. Lisboa, 2010.

JORGENSEN, T. H.; REMMEN, A.; MELLADO, M. D. Integrated management systems – three different levels of integration. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 14, n. 8, p. 713-722, 2006.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. Paineis de madeira reconstituída. Brasília: BNDES, 2002. 21 p.

KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C. C.; BRADLEY, S. P.; ROSEN, M. Tecnologias e gestão ambiental – prevenção da poluição. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). 290p., 2002.

KOZAK, P. A.; CORTEZ, A. M.; SCHIRMER, W. N.; CALDEIRA, M. V. W.; BALBINOT, R. Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fábrica de móveis. Revista Acadêmica, Ciência Agrárias e Ambientais, v.6, n.2, p. 203-212, 2008.

LIMA, E. G. Diagnóstico ambiental de empresas de móveis em madeira situadas no polo moveleiro de Arapongas - PR. 2005. 134 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LOPES, C.S.D. Desenho de Pequenos Objetos de Madeira com Resíduo da Indústria de Processamento Mecânico da Madeira. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente – INTERFACEHS. 4, n. 3, artigo 1, 28 p. 2009.

LORA, E. E. S. Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte. Agência Nacional de Energia Elétrica; Brasília (DF); 503p., 2000.

MILES, M. P.; MUNILLA, L. S.; RUSSELL, G. R. Marketing and environmental registration/certification – what industrial marketers should understand about ISO 14001. Industrial Marketing Management, Oxford, v. 26, n. 4, p. 363-370, 1997.

MIYAZAKI, M. Forestry products and waste. In:KITANI, O.; HALL, C.W. (Eds.) Biomass handbook. New York: Gordon and BreachScience Publishers. p. 160-170, 1989.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; COMETTI, J. L. S. Uso de resíduos de madeira como alternativa de melhorar as condições ambientais em sistema de reflorestamento. Revista Acta Amazonica, v. 40(3) , p. 409 – 414, 2010.

MONTEIRO, C. M.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F. Energia Armazenada Nos Resíduos Do Desdobro De Toras De *Eucalyptus grandis*. Revista Ciência da Madeira (*Braz. J. Wood Sci.*), v. 03, n. 01, p. 33-42, Pelotas, 2012.

MOREJON, C. F. M.; LIMA, J. F. ROCHA, W. F. POSSA, R. D. Proposta de Novo Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. In: III International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, Brazil, 2011.

NAHUZ, M. A. R. Resíduos da Indústria Moveleira: a cadeia produtiva de móveis no Brasil. São Paulo: IPT (Divisão de Produtos Florestais), 2005.

NOLASCO, A.M.. Utilização de resíduos da indústria de papel na produção de materiais para construção civil.1993. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 1993.

NOLASCO, A.M. Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas. 2000. São Carlos, SP. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2000.

NOLASCO, A. M.; ULIANA, L. R.; GARCIA, J. N. Identificação de pontos críticos na geração de resíduos em indústria de processamento mecânico da madeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL & NISAM 2004 – CICLO DE CONFERÊNCIAS SOBRE POLÍTICA E GESTÃO AMBIENTAL, 2004, Florianópolis. Anais...Florianópolis:ICTR, 2004.

OLANDOSKI, D. P. Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústria de chapas compensadas. Curitiba, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2001.

PEREIRA, A. F. ECODESIGN: a nova ordem da indústria moveleira - desafios e limites de projeto. In: III MADETEC - Seminário de Produtos Sólidos de Madeira e Tecnologias Emergentes para a Indústria Moveleira, 2005. Anais... Vitória, setembro 2005.

PEREIRA, A. F. et al. Resíduo de madeira: limites e possibilidades de seu uso como matéria-prima alternativa. P&D Design 2010 - 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2010. Anais... São Paulo, outubro 2010.

PHILLIPI JR., Arlindo; AGUIAR, Alexandre de Oliveira. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILLIPI JR., Arlindo (org.). Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

QUIRINO, W. F. Utilização Energética de Resíduos Vegetais. Laboratório de Produtos Florestais - LPF/IBAMA. 35 p. Disponível no site: www.funtec.org.br/arquivos/aproveitamento.pdf. Acesso em: 08 de dezembro de 2012.

RAMOS, J. Alternativas para o projeto ecológico de produtos. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001

REZENDE, J.L.P.; VITAL, B.R.; TAVARES, M.F.R.; PAULA, G.G. (1992). Análise técnica e econômica do desdobro de toras de Pinus. (1992). Revista *Árvore*. v.16. n.2. p.181-93. Mai.-Ago. 1992.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. O Saneamento no Brasil. Políticas e Interfaces. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

ROCHA, L.M. Uma análise econômico-financeira da implantação das Normas da série ISO 14.000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

ROMM, Joseph J. Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica. São Paulo: Futura, 1996.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. Metodologia Sebrae para Implementação de Gestão Ambiental em Micro e Pequenas Empresas. Brasília: Sebrae, 2004a. 113p.

SILVA, D.A. Avaliação da eficiência energética de uma indústria de painéis compensados. 2001. 205f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SILVA, E. L.da, MENEZES, E.M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3ª ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância. UFSC, 2001.

STADLER, K.; BALBINOT, R.; SCHIRMER, W. N.; VANZETTO, S. C. Análise do processo produtivo e geração de resíduos em uma indústria de painéis compensados. *Acta Ambiental Catarinense*, v. 6. n.1, 2009.

TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S. F. Ecologia Industrial e Eco-Design: Requisitos para a determinação de materiais ecologicamente corretos. *Revista Design em Foco*, Salvador-BA, v.2, n.001, p. 51-60, 2005.

TEIXEIRA, M. G. Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira. 2005. 159f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

TEIXEIRA, A. Biodiversidade e políticas ambientais: renovando conceitos para a promoção do desenvolvimento. In: GARAY, I. ; BECKER, B.K. Dimensões Humanas da Biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI. Petrópolis:Ed. Vozes, 2006.

ULIANA, L. R. Diagnóstico da geração de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão empresarial. 2005. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade de São Paulo, ESALQ. Piracicaba, SP, 2005.

UNEP (United Nations Environment Programme). Status Report: Cleaner Production in Latin America and the Caribbean. São Paulo: CETESB, 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Life cycle assessment: principles and practice. Cincinnati: USEPA, 2006.

VIEIRA, R. Pequenos Objetos de Madeira de Eucalipto: possibilidade de aproveitamento de resíduos. 2006. 94 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras: UFLA, 2006.

ZOLDAN, M.A.; LEITE, M.L.G.; PILATTI, L.A. Custos Ambientais em uma indústria madeireira – estudo de caso. IN: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru – SP, Brasil. 2006.