



## **Estudo sobre a Geração de Resíduos Madeireiros de uma Indústria Fabricante de Pisos da Região Amazônica: Caracterização dos Resíduos, Porcentagem de Perdas e Utilização.**

**Igor Alberto Silva Gomes<sup>1</sup>, Linda Otero Silva<sup>2</sup>, Rosineli Pinho Trindade<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade de Brasília / Laboratório de Energia e Ambiente (igor\_brunini@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade de Brasília / Laboratório de Energia e Ambiente (oterolinda@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Pará (rosineli\_pinho@yahoo.com.br)

### **Resumo**

A pesquisa teve como objetivo a classificar os resíduos madeireiros provenientes de uma indústria de piso, verificando assim a porcentagem de perda da matéria-prima e as formas de reutilização empregadas na empresa. Para subsidiar este, foram realizados levantamentos nos órgãos competentes sobre as principais empresas produtoras de piso de madeira na Região Amazônica, destas foram selecionadas algumas, sendo realizado um contato para agendamento de visitas técnicas que identificaram qual das empresas possuía maior geração de resíduos e diversificadas maneiras de reutilização. Após esta etapa, foram realizados levantamentos em campo para caracterizar os resíduos, verificar a porcentagem de perda durante o processo de beneficiamento e identificar as formas de reutilização deste resíduo. Estes dados foram coletados em uma indústria produtora de pisos de madeira localizada na Região Metropolitana de Belém - PA. Verificou-se que a indústria possui uma larga escala de produção de pisos o que conseqüentemente gerava uma grande quantidade de resíduos e no intuito de evitar a degradação ambiental e o desperdício desse resíduo, foram criadas medidas estratégicas de utilização.

Palavras-chave: Indústria de Piso, Resíduos Madeireiros, Região Amazônica

Área Temática: Resíduos Sólidos

### **1 Introdução**

O Brasil é considerado um país privilegiado, quando comparado aos seus concorrentes internacionais, devido suas condições naturais e recursos existentes. Abrigando a maior floresta tropical do planeta, este é o produtor e líder mundial em consumo de madeira tropical, além de possuir uma grande raridade biológica nas áreas de cobertura vegetal, que representam cerca de 64% do território nacional (PEREIRA, 2003).

O setor madeireiro, classificado como parte da indústria de transformação, apresenta-se como um importante contribuinte no crescimento da economia brasileira. As atividades ligadas ao setor florestal são responsáveis pela geração de uma importante parcela do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, bem como a geração de grande número de empregos. (CAMILOTTI, 2007 apud STPC Engenharia, 2007)

De acordo com Pereira (2003) e Macedo (2005), o destino dos produtos, a cadeia produtiva madeireira, divide-se em dois grandes grupos: indústrias de base florestal e produção de madeira para fins energéticos.

Contudo, grande parte dos segmentos madeireiros geram grandes quantidades de resíduos, que trazem sérios problemas de poluição, se os mesmos forem dispersos ao meio ambiente. Nesse contexto, a minimização dos resíduos sólidos é um dos grandes desafios da atualidade. A busca por processos que propiciem a diminuição destes, assim como o seu reaproveitamento passou a ser algo prioritário devido à sua inevitabilidade, aliada à sua



multiplicação acelerada e às condições que cada vez mais limitam o seu descarte final. (MORAES e CASSOLA, 2001)

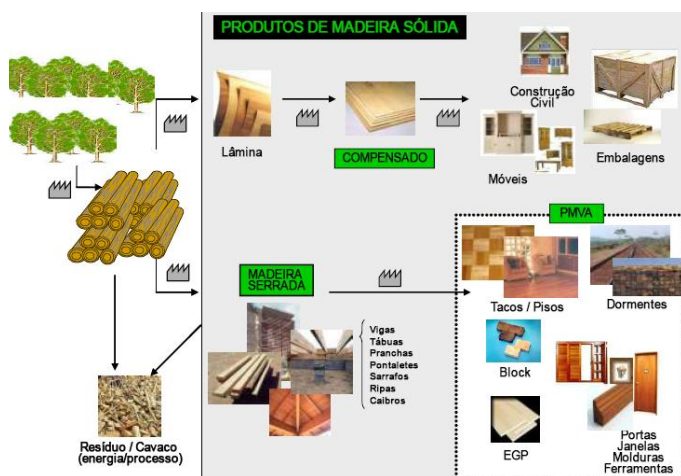
Teixeira (2000) afirma que a grande preocupação das indústrias está em utilizar “tecnologia limpa”, isto é encontrar uma solução econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, com o objetivo de elevar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reaproveitamento dos resíduos gerados no próprio processo produtivo, uma vez que a geração de resíduos pode ser entendida como ineficiência do processo.

Adotar novas maneiras de reaproveitar os resíduos madeireiros diversificando a linha de produtos da cadeia produtiva da indústria, produzindo objetos com preços competitivos e gerando empregos seriam as maneiras de gerar lucros para as empresas e renda para a população local. Além disso, a natureza, especialmente a floresta tropical, seria favorecida na medida em que os usos dos resíduos diminuiriam a pressão de corte sobre as espécies arbóreas. (VIANEZ, 2007)

Moraes e Cassola (2001) ressaltam que as indústrias brasileiras produzem, anualmente, três milhões de toneladas de rejeitos, mas apenas cerca de 850 mil toneladas, algo em torno de 28% dos resíduos perigosos e não-perigosos, são tratadas devidamente. Se a gestão de resíduos industriais fosse organizada poderia movimentar negócios da ordem de R\$ 1 bilhão por ano. Inicialmente os trabalhos eram voltados à minimização do impacto ambiental na destinação final dos resíduos em aterros. Atualmente os estudos objetivam agregar valor através da sua reutilização no próprio processo produtivo. Frente a este cenário e com base nos levantamentos realizados em uma indústria fabricante de pisos da Região Metropolitana de Belém e no acervo bibliográfico disponível, esta pesquisa propõe fornecer contribuições no sentido de informar a respeito da geração de resíduos desta empresa, os classificando, quantificando percentualmente as suas perdas e as formas de utilização empregadas.

### 1.1 Caracterização da Cadeia Produtiva da Madeira Indústria Madeireira de Pisos

A cadeia produtiva da madeira é caracterizada pelo conjunto de atividades econômicas que gravitam em torno da gestão, exploração da floresta, comercialização e transformação da madeira até o estágio onde, por associação de seus derivados a outras matérias, esta perde a característica de constituinte essencial do produto (Fig. 01). (ABIMCI, 2008)



Fonte: STPC Engenharia, 2007

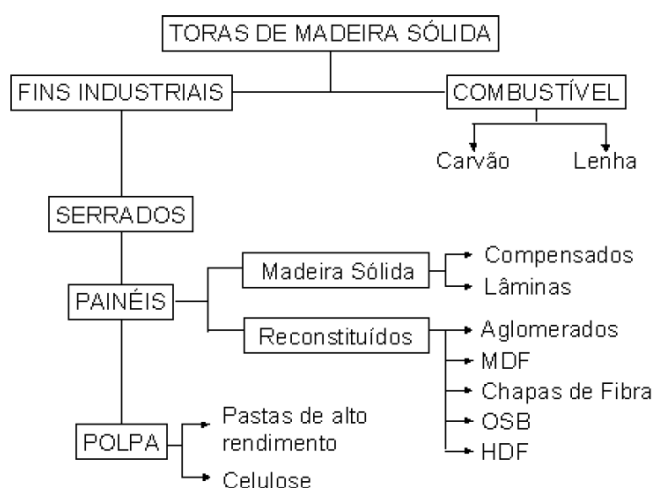
Figura 01: Fluxo de Produção dos Produtos de Madeira Sólida.



A cadeia produtiva da madeira se organiza em duas direções: (1) transversal e (2) longitudinal.

1. Transversal: distingue os processos sucessivos de transformação que sofre a madeira para partir de um estado bruto a um estado considerado como final. Essa sucessão compreende a silvicultura, a extração florestal, a primeira, a segunda e a terceira transformações;

2. Longitudinal: distingue as três grandes sub-cadeias, em função da destinação da matéria-prima madeira: (i) madeira para energia (lenha e carvão vegetal), (ii) madeira para processamento mecânico e, (iii) madeira industrial. Cada uma dessas sub-cadeias pode se interpenetrar ao longo do processo de industrialização. (Fig.02)



Fonte: ABIMCI, 2008

Figura 02: Cadeia produtiva da madeira.

## 1.2 Caracterização Indústria Madeireira de Pisos

Baseando-se em afirmações feitas por empresários do setor de piso de madeira em textos publicados pela Associação Nacional de Produtos de Piso (2008), verifica-se que os pisos de madeira maciça possuem vantagens técnicas, sendo, considerados mais saudáveis em relação a outras formas de piso, por ser um produto higiênico e anti-alérgico, sendo isolantes térmicos (a madeira, nas épocas mais frias, mantém os ambientes mais aquecidos) e acústico; duráveis (as madeiras geralmente utilizadas para pisos apresentam alta resistência ao ataque de fungos, insetos e apodrecimento); e resistentes (as madeiras utilizadas nesse produto apresentam, geralmente, elevada densidade, sendo consideradas madeiras duras com alta resistência a flexão e compressão). E, ainda, possuem fácil conservação e manutenção, além de serem econômicos, devido as suas características de durabilidade, resistência, manutenção e conservação.

De forma conceitual, segundo a ABIMCI (2004), o processo de fabricação de pisos envolve as seguintes fases: i) aquisição de matéria-prima; ii) processo de secagem; e iii) fabricação propriamente dita;

i) Aquisição de matéria-prima: a matéria-prima básica utilizada para a produção de pisos maciços é a madeira serrada verde (recém-serrada). Comumente são empregadas as espécies: jatobá, ipê, maçaranduba, tauari, entre outras.

ii) Processo de secagem: a secagem da madeira pode ser realizada por dois processos, natural ou artificial.

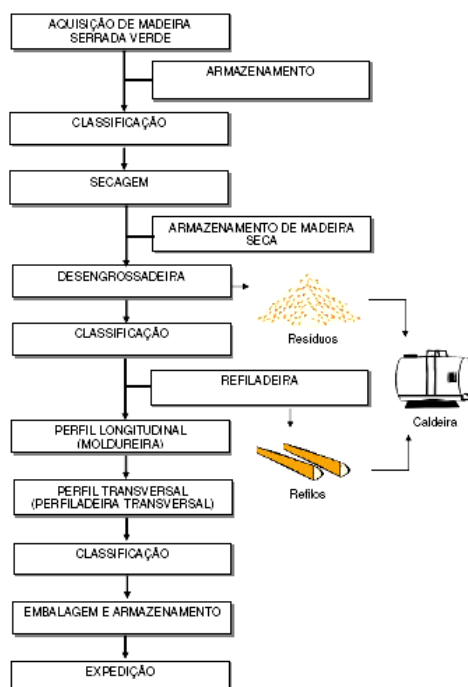


Antes da secagem, a madeira serrada verde sofre uma pré-classificação (manual), de acordo com suas dimensões e classe de qualidade. Simultaneamente, o material é gradeado, sendo formado pilhas. O tempo de secagem pode variar significativamente, em função das características da madeira (umidade inicial, espessura e espécie).

iii) Fabricação propriamente dita: a etapa de fabricação do piso envolve o processamento da madeira serrada seca em uma plaina desengrossadeira, com a finalidade de uniformizar a espessura do material e facilitar sua classificação visual, permitindo a identificação de possíveis defeitos. Depois de classificadas, as tábuas podem ser refiladas (serra circular refiladeira) para reaproveitamento (peças desclassificadas) ou simplesmente para pré-definir a largura das mesmas. As peças refiladas ou não, são processadas em uma plaina moldureira, sendo conferido o perfil longitudinal (encaixe macho-fêmea) da peça. As peças refiladas longitudinalmente seguem para destopo (serra circular destopadeira) e classificação, sendo definida a dimensão final do piso. Após o destopo, as peças são processadas em uma perfiladeira, onde é conferido o perfil transversal (encaixe macho-fêmea). O piso pronto é classificado, embalado e direcionado para a área de armazenamento e expedição.

Produtores de pisos de madeira maciça sugerem um cuidado maior no manuseio das caixas de pisos durante o transporte, evitando colocar sobre estas, peso excessivo, galões de óleo ou outros produtos que possam danificá-las; conferir o pedido no momento de recebimento junto à transportadora; estocar o material em local seco, coberto e a uma distância mínima de 20 cm do solo; se for guardar caixas abertas, fechá-las bem antes do empilhamento e, no caso de pisos prontos já envernizados, as peças soltas devem ser armazenadas com as faces do verniz voltadas entre si e acondicionadas de tal forma que não recebam claridade. (ANPM, 2008)

O fluxograma (Fig.04) demonstra de forma simplificada o processo de produção dos pisos de madeira.



Fonte: ABIMCI, 2004

Figura 04: Demonstração sistemática da produção de pisos de madeira maciça.

### 1.3 Classificação dos Resíduos Gerados na Industrialização

**Resíduo:** é tudo aquilo que sobra de um processo de produção industrial ou



exploração florestal (FONTES, 1994 apud NUMAZAWA e NASCIMENTO, 2006).

Segundo Fontes (1994) apud Numazawa e Nascimento 2006, o extinto IBDF (1998), (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) e a Universidade Federal do Paraná classificaram os resíduos em três tipos distintos, ou seja:

**a) serragem** - resíduo originado da operação de serras, encontrado em todos os tipos de indústria, à exceção das laminadoras.

**b) cepilho** - conhecido também por maravalha, resíduo gerado pelas plainas nas instalações de serraria/beneficiamento e beneficiadora (indústrias que adquirem a madeira já transformada e a processam em componentes para móveis, esquadrias, pisos, forros, etc.).

**c) lenha** - resíduo de maiores dimensões, gerado em todos os tipos de indústria, composto por costaneiras, aparas, refilos, resíduos de topo de tora, restos de lâminas

## 2 Metodologia

Inicialmente foi realizado um levantamento nos órgãos governamentais tais como, Associação das Indústrias Exportadoras de Madeira do Estado do Pará (AIMEX), Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA) e Associação Nacional dos Produtores de Piso de Madeira (ANPM), que regulamentam e auxiliam as empresas, verificando assim, se a empresa utilizada no estudo de caso está enquadrada nas especificações necessárias. De posse desses dados foram realizados agendamentos para efetivar as visitas técnicas, no intuito de observar a forma de beneficiamento do produto e assim cumprir os objetivos almejados.

A análise foi realizada em uma indústria de pisos de madeira da Região Metropolitana de Belém (RMB) que produz basicamente 03 (três) perfis de pisos com dimensões variadas. Esta empresa foi escolhida por ser referência na produção de pisos de madeira na região e por concentrar atualmente grandes esforços na obtenção da qualidade total.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida com base em materiais e dados coletados no decorrer das análises, e ainda, em fontes disponíveis na literatura, principalmente nos artigos científicos que possibilitaram a obtenção de informações relacionadas ao tema. Sendo feita uma breve, porém circunstancial pesquisa sobre a produção, matéria-prima utilizada, dimensões e atual situação do setor de pisos, objetivando dar credibilidade ao trabalho perante a empresa e facilitar o acesso às informações necessárias para a sua finalização, além de obter conhecimento suficiente para a realização de uma relevante discussão nos resultados do trabalho em questão.

O levantamento *in loco* permitiu o reconhecimento dos tipos de resíduos gerados, a sua forma de escoamento e armazenamento, o cálculo feito pelos inspetores de qualidade objetivando verificar a perda de matéria-prima durante o beneficiamento e as maneiras utilizadas pela empresa para reutilizar os resíduos. Com as informações obtidas iniciaram-se as análises, comparando-as com os dados obtidos nas literaturas e em contatos com experiências de outras empresas.

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Descrição da Empresa

Radicada no Brasil, iniciou suas atividades em 1983, com a abertura de um escritório para agenciamento na RMB. Mais tarde, instalou seu próprio parque industrial com o objetivo de garantir um rigoroso controle de qualidade. Todo este investimento se destinou à satisfação dos clientes, diversificando linhas de produtos e garantindo a entrega no prazo exigido pelos compradores, dentro das especificações contratadas.

Possui produtos que são provenientes de florestas com planos de manejo aprovados por órgãos governamentais e a certificação *Forest Stewardship Council* (FSC), assegurando procedimentos de controle desde o processo de extração por meio de manejos conduzidos e





sustentáveis, passando pela industrialização e finalmente a comercialização. A empresa é referência no mercado na produção de *deck*, pisos e painéis.

### 3.2 Espécies Madeireiras Utilizadas no Beneficiamento

Por intermédio do responsável pela produção de pisos obtivemos a informação de que os pisos de madeira são fabricados na empresa a partir de madeiras de alta densidade como: Ipê (*Tabebuia ssp*), Jatobá (*Hymenaea courbaril* L), Cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd), Tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl), Tauari (*Couratari* cf. *oblongifolia* Ducke) e Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) e estas espécies são confirmadas pelo tecnólogo agroindustrial da empresa através de caracteres anatômicos da madeira, no laboratório de espécies e qualidade que há nas instalações da empresa.

### 3.3 Principais Resíduos Gerados

Ao decorrer das visitas técnicas foi verificado que no processo de beneficiamento todas as máquinas geram determinados tipos de resíduos e todos estes estão enquadrados na classificação feita por Fontes (2004), sendo que a produção de serragem e pó de serra ocorrem em todos os processos e que nas máquinas responsáveis pelo desengrosso, refilo e caracterização do perfil, além destes, são também, gerados resíduos maiores do tipo lenha como: topos, lascas.

Por terem dimensões menores, a serragem e o pó de serra são retiradas do ambiente de produção por meio de um sistema de exaustão que armazenam em silos metálicos em um determinada área da empresa.

Os resíduos com dimensões maiores são estocados em grandes caixas de madeira posicionadas nas áreas de despejo de resíduos que cada máquina possui, após a utilização completa do espaço das caixas, os resíduos são encaminhados para uma determinada área da fábrica onde funcionários são responsáveis pela seleção.

### 3.4 Quantidade de Resíduos Gerados

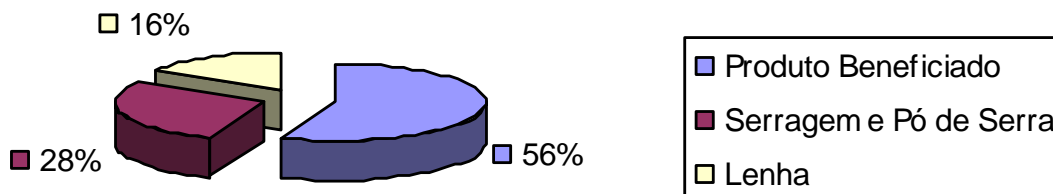
Por meio das pesquisas dialogadas com os inspetores de qualidade que são responsáveis pela quantificação dos produtos e consequentemente das perdas que ocorrem no processo, foi explicado que o cálculo para verificar a quantidade de resíduos produzidos é bem simples, pois após a verificação da quantidade em metros cúbicos de pisos que devem ser produzidos, funcionários responsáveis pelo estoque encaminham esta metragem com uma margem de 5m<sup>3</sup> a mais do volume, dependendo da espécie, visto que a madeira é um material biológico que pode sofrer algumas alterações em sua constituição que podem não ser benéficas durante a produção, essa margem a mais de matéria-prima é utilizada para evitar que não ocorra falta de matéria-prima durante o processo de beneficiamento, o que ocasiona perda de tempo e produção.

Após todo o processo de beneficiamento do produto é verificado se foi necessário toda a matéria-prima disponibilizada para processo, caso não é feita a diminuição do que não foi utilizado, com ocorre a diminuição de quanto foi empregado versus quanto foi produzindo, assim surgindo o valor que foi perdido com os resíduos.

Para verificar isoladamente quanto foi produzido de cada resíduos (serragem, pó de serra e lenha) é realizado um processo similar ao utilizado para se obter a metragem de perda, pois cada caixa coletora de lenha atende a quantidade de 3m<sup>3</sup> de madeira, assim analisa-se quantas caixas foram preenchidas o restante que falta dentro da metragem de resíduos é o pertinente a perda com serragem e pó de serra. A quantidade de serragem e pó de serra é confirmada com o volume que este material ocupa nos silos de armazenamento.



Em média durante o processo de produção de pisos e dependendo da espécie há uma perda de aproximadamente 44% da matéria-prima, onde em 28% fica alocado a serragem e o pó de serra e 16% a lenha. (fig.05)



Fonte: Empresa em estudo

Figura: Gráfico de Rendimento do Produto

### 3.5 Formas de Reutilização dos Resíduos

Os resíduos com dimensões menores que ficam armazenados nos silos metálicos são utilizados para a queima em caldeiras de geração energia ou para estocagem em sacas com o objetivo de serem vendidas a empresas de fabricação de adubo ou para serem utilizadas como matéria-prima na fabricação de briquetes em uma briqueteira teste que está sendo instalada na empresa.

Os resíduos maiores que passam por um processo de seleção, são separados para serem vendidos a empresas produtoras de carvão vegetal, os restantes são doadas para cooperativas de artesanato que produzem brindes e objetos de decoração para a própria empresa e os demais resíduos que são considerados inadequados para as duas destinações anteriores, são encaminhados para a queima nas caldeiras de energia.

## 4 Conclusão

Embora atualmente as máquinas sejam mais sofisticadas e produzidas com padrões de eficiência elevados, não há como evitar a geração de resíduos sólidos durante o processo de beneficiamento da madeira, o que permanece produzindo um grande contingente de resíduos que muitas vezes não possuem destinações adequadas ou que tragam um melhor aproveitamento da matéria-prima.

Verificou-se que a empresa estudada por ser referência na produção de pisos de madeira, deter um maquinário avançado de alto nível tecnológico e trabalhar com matéria-prima de boa procedência e possuir mão-de-obra especializada no processo, acaba por ter um rendimento favorável comparado as de outras empresas, evitando o máximo possível de perdas durante o seu processo de beneficiamento e buscando soluções para a maximização da matéria-prima e formas adequadas de eliminação destes resíduos. Mesmo não sendo a maneira ideal de reutilização, a combustão de parte dos resíduos através das caldeiras de energia constitui uma maneira viável e alternativa de fonte de geração de energia para abastecer determinados setores da empresa.

A venda dos resíduos de dimensões maiores para as empresas produtoras de carvão vegetal, indiretamente acabam causando poluição ao meio ambiente, pois a combustão do carvão vegetal emite determinado grau de efluentes na atmosfera, porém é mais uma forma de se consumir toda a matéria-prima que foi extraída da natureza.

A iniciativa de doação dos resíduos para cooperativas artesanais existentes na região constituísse uma forma benéfica de gerar lucro para empresa que recebe em troca novos produtos artesanais e renda para os participantes da cooperativa.

Espera-se que os testes com a briqueteira instalada sejam viáveis, pois esse processo consumirá todo o resíduo de serragem e pó de serra na empresa, resíduo este que é o de maior



quantidade, e gerará lucro para empresa com a comercialização de um novo produto que está em ascensão no mercado internacional.

Este estudo de caso mediante os objetivos propostos propiciou uma análise simples e clara da geração de resíduos em uma indústria produtora de pisos de madeira da Região Metropolitana de Belém. Classificando os resíduos produzidos, quantificando percentualmente as perdas durante o processo de beneficiamento e as formas utilizadas pela empresa para utilização dos resíduos gerados.

Os resultados obtidos permitiram a discussão com os proprietários da empresa no intuito de se verificar outras formas de utilização dos resíduos, que gerarão maior lucratividade e maximização da utilização da matéria-prima.

## Referências

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente – **Fluxograma de Produção de Pisos de Madeira Maciça**. Artigo Técnico N.º 21. Julho de 2004.

\_\_\_\_\_. - **Setor de Processamento Mecânico da Madeira no Estado do Pará**. Artigo Técnico. Disponível em: <[www.abimci.com.br](http://www.abimci.com.br)>. Acesso em: 06 de abril de 2008.

ANPM. **Dicas de Uso – Informações Sobre Pisos**. Artigo Técnico. Disponível em: <[www.anpm.org.br](http://www.anpm.org.br)>. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

MACEDO, A. R. P. & ROQUE, C. L. **Painéis de Madeira**. Artigo Técnico. 2005

MORAES, S. L. de & CASSOLA, M. S. **A Técnica de Aglomeração Aplicada ao Reaproveitamento de Resíduos Sólidos**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 2001. 4p.

NASCIMENTO, S. M., D.; R. I. J. P; NUMAZAWA, S. **Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso**. HOLOS ENVIRONMENT, Rio Claro, SP, Brasil. Publicado em 29/06/2006. Disponível em: <http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/holos/article/view/177/161>

PEREIRA, M. C. S. **Produção e Consumo de Produtos Florestais: Perspectivas para a Região Sul com ênfase em Santa Catarina**. Florianópolis: BRDE/AGFLO/GEPLA, 2003. 51p.

STCP ENGENHARIA. **Estudo Setorial 2007**. Fevereiro 2004. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/sistadm/arquivos/61/ESTUDO%20SETORIAL2007%20EM%20PORTUGÊS%20-%20PDF%20ABIMCI.pdf>>. Acesso em: 09 de março de 2008.

TEIXEIRA, E. N. **Resíduos sólidos: minimização e reaproveitamento energético**. In: SEMINÁRIO SOBRE REUSO/RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS. São Paulo, 2000. Anais. São Paulo, 2000.

VIANEZ, B.F. **Uso de Resíduos Madeireiros na Economia e Ecologia Amazônicas**. Disponível em: <http://www.ibict.br>. Acesso em 15/05/2007.