

SISTEMATIZAÇÃO DO USO DE RESÍDUOS DE SERRARIAS E POTENCIALIDADE DE APLICAÇÃO

Maria Zanin¹; Cassiane Desiderá²; Amadeu Logarezzi³; Carlos Alberto Correa⁴

(1) dmza@power.ufscar.br

(2) cdesidera@yahoo.com.br

(3) amadeu@power.ufscar.br

(4) carloscorrea@linkway.com.br

RESUMO

Os resíduos de serraria, de uma maneira geral, são identificados como cavacos e serragens em diferentes granulometrias. Usualmente os cavacos são destinados para a obtenção de energia através da queima. No entanto, as serragens, por apresentarem um menor interesse comercial, muitas vezes são enterradas ou descartadas em locais impróprios como rios e córregos, ou queimadas a céu aberto sem aproveitamento do seu potencial energético. Eventualmente a serragem pode ser compactada na forma de briquetes e vendida para queima em caldeiras ou utilizadas na forração de granjas. Assim, o objetivo deste trabalho é sistematizar a extensão do uso desses resíduos e identificar outras potencialidades de aplicação. Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas diferentes buscas de informação, incluindo consulta a bancos de dados nacionais e contatos com diversos profissionais para coleta de informações sobre o uso destes resíduos em atividades de comercialização e de pesquisa. Dessa maneira, foram identificadas outras categorias de aplicação como os painéis de aglomerados e de MDF (medium density fiberboard) para indústria moveleira, o uso de pó de serra como material de construção civil em misturas secas e argamassas (substituição de telhas de amianto que estão sendo banidas do mercado) e, ainda, a farinha de madeira, que é uma serragem com granulometria e umidade controladas que pode ser utilizada como carga/reforço de polímeros. Assim, neste trabalho também são apresentadas e descritas outras potencialidades de aplicação, concluindo-se que os resíduos de serraria apresentam um potencial de aproveitamento ampliado em relação à queima para geração de energia, abrangendo também a confecção de novos produtos.

Palavras-chave: resíduos de madeira, serrarias, aplicação.

1 INTRODUÇÃO

O processo de conversão de toras em madeira serrada envolve a geração de um grande volume de resíduos. Em geral, o rendimento nesse processo é de 50%, ou seja, para uma determinada quantidade de madeira serrada se produz a mesma quantidade em resíduos.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Silvicultura, em 1999 o Brasil consumiu 49,2 milhões de metros cúbicos em toras destinados à produção de serrados. Dessa maneira, foi gerado, aproximadamente, metade desse volume em resíduos.

De acordo com Maron (2000) o termo resíduo de madeira é usado de forma genérica, pois pode ser dividido em: resíduo florestal, resíduo primário e resíduo secundário.

- Resíduo florestal é proveniente da colheita das árvores nas florestas, sendo composto por partes quebradas, pontas de árvores, toras de pequenas dimensões e casca.
- Resíduo primário é originado pela usinagem da madeira, como as costaneiras (parte externa da tora) e a serragem.
- Resíduo secundário é composto por paletes, caixarias de construção civil e outro rejeitos.

A parte aproveitada dos resíduos é formada por costaneiras e cavacos maiores. A serragem, os cavacos menores e as cascas são resíduos geralmente queimados ou descartados no meio ambiente causando poluição do solo, água e ar.

Além do aspecto ambiental, há também o desperdício de recursos naturais e financeiros, visto que apenas a metade da madeira produzida é efetivamente transformada em produtos de interesse comercial.

O crescente aumento na demanda de madeira serrada, a tendência de diminuição do consumo de florestas nativas, as previsões de “déficit” futuro de madeira plantada e os desperdícios dos processos de usinagem da madeira tornam os resíduos de serrarias uma fonte de matéria-prima com grande potencial de exploração.

Assim, o objetivo desse trabalho é identificar e sistematizar a potencialidade de aplicação dos resíduos de madeira.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas diferentes buscas de informação, incluindo consulta a bancos de dados nacionais e contatos com diversos profissionais para coleta de informações sobre o uso desses resíduos em atividades de comercialização e de pesquisa.

O trabalho é focado nos resíduos de serrarias. Entretanto, as aplicações podem ser estendidas a outros resíduos de madeira, visando sempre a otimização dos benefícios extraídos da matéria-prima madeira e seus derivados.

3 RESULTADOS

As formas de aproveitamento dos resíduos de madeira encontradas durante a pesquisa serão discutidas a seguir.

3.1 APLICAÇÕES dos Resíduos de Madeira

O primeiro passo para minimizar os problemas dos resíduos de serrarias é maximizar o aproveitamento da matéria-prima.

Leite (1994) propôs um modelo de programação dinâmica para identificar as alternativas de uso, em nível ótimo, de povoamentos florestais. De acordo com esse modelo os rendimentos de conversão de toras em madeira serrada podem ser elevados até próximo de 80%.

Uma vez gerado o resíduo de madeira, o seu potencial de aproveitamento está associado à sua caracterização e quantificação.

A **Figura 1** traz uma sistematização das aplicações dos resíduos de madeira.

3.1.1 GERAÇÃO de Energia

O sistema de produção de energia do Brasil está baseado em hidrelétricas, as quais não são suficientes para atender a demanda nacional. Uma fonte alternativa para a geração de energia elétrica e mecânica é a utilização da biomassa.

A combustão ou queima direta é a forma mais tradicional de uso da energia da madeira. Estima-se que aproximadamente 7,5 quilogramas de resíduos de madeira seca contêm a mesma quantidade de energia de 4,5 litros de óleo combustível.

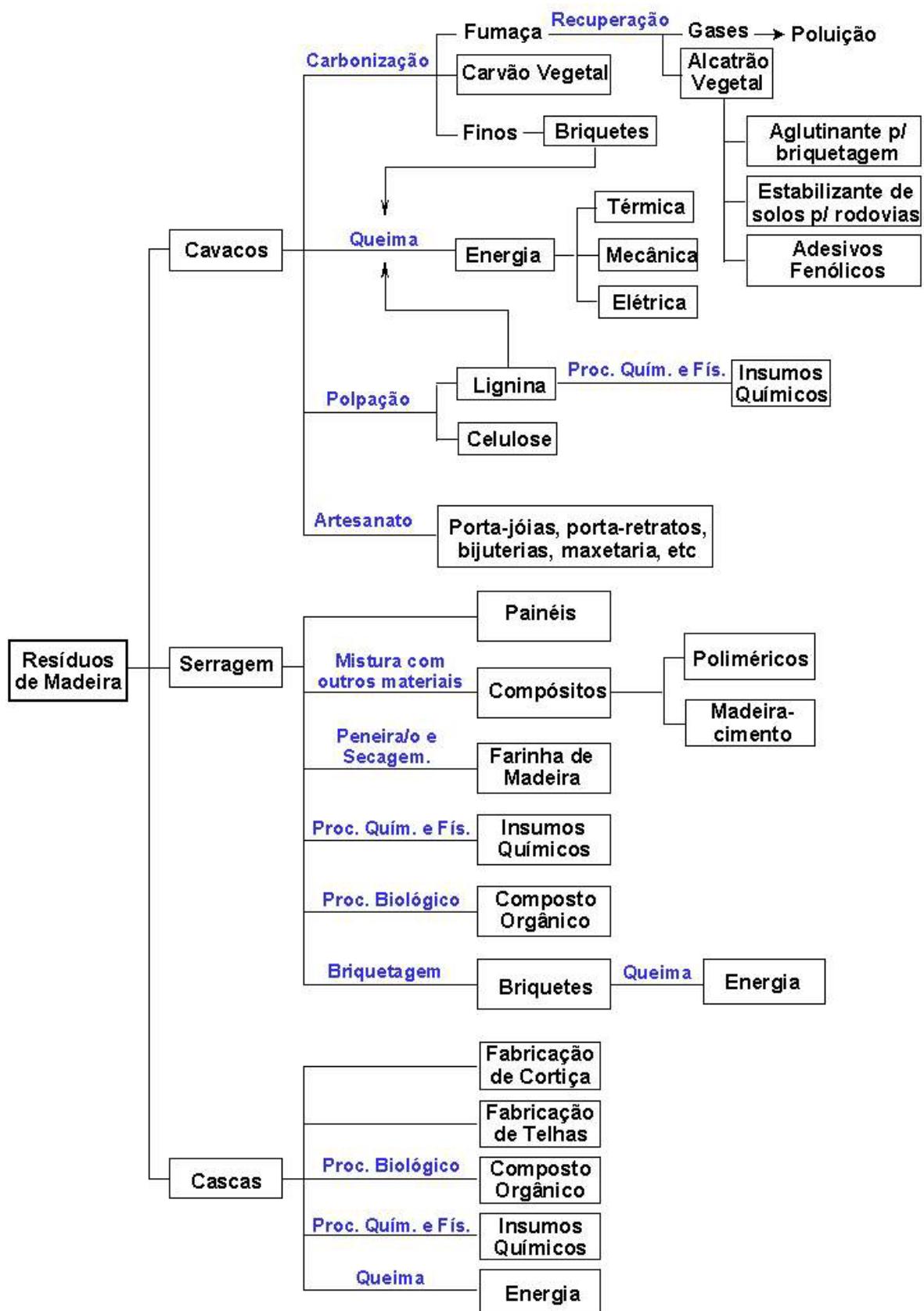


Figura 1. Sistematização das aplicações dos resíduos de madeira.

Novas tecnologias convertem a madeira em combustíveis, líquidos, sólidos e gasosos de alto valor agregado. A gaseificação e a pirólise são processos termoquímicos que recebem atenção especial nos dias de hoje.

Os conversores baseados na gaseificação podem ser alimentados com resíduos de madeira e são ideais para serrarias e propriedades distantes das redes de distribuição de energia elétrica.

A cogeração de energia elétrica a partir de resíduos de madeira é uma das alternativas mais atraentes para o aproveitamento desses resíduos, pois além dos ganhos econômicos com a autonomia energética, as dificuldades no descarte dos resíduos como armazenagem e despesas de transporte são minimizadas. Entretanto, a implantação de usinas termelétricas envolve grandes investimentos. Dessa maneira, essa alternativa fica restrita às grandes empresas. As serrarias de pequeno e médio porte podem obter receita através da venda de seus resíduos para as grandes empresas madeireiras ou para outros setores industriais que produzam sua própria energia.

3.1.1.1 CARVÃO Vegetal, Alcatrão Vegetal de Briquetagem

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de carvão vegetal, sendo o setor siderúrgico responsável por 83% do consumo nacional.

Por lei, a produção de carvão vegetal deve ser baseada em resíduos de madeira e em plantações gerenciadas. Entretanto, os resíduos de madeira utilizados no processo de carbonização tradicional são os cavacos com maiores dimensões, costaneiras e pontas de toras.

Durante o transporte e manuseio do carvão vegetal há a produção de finos, os quais não são utilizados, acarretando na sua acumulação como resíduo. Essa perda pode chegar a 25% do total produzido. O aproveitamento desse resíduo pode ser feito através de briquetagem com alcatrão vegetal.

A briquetagem é um processo de prensagem de pequenas partículas de material sólido, formando blocos de forma definida e de maior tamanho. Através desse processo os resíduos com menores granulometrias são convertidos em um produto de maior valor agregado.

A briquetagem é uma das formas mais simples para o aproveitamento da serragem, a qual passa por processos físicos de secagem e prensagem, utilizando equipamentos convencionais disponíveis no mercado nacional. O briquete obtido apresenta poder calorífico entre 4.000 e 5.000 kcal/kg com dimensões padronizadas de acordo com seu uso.

O processo de briquetagem pode ser aprimorado através do uso de alcatrão vegetal como aglutinante, aumentando o poder calorífico do briquete até cerca de 7.000 kcal/kg.

Alcatrão é o termo utilizado para o líquido viscoso de coloração escura obtido na destilação destrutiva de materiais orgânicos, como petróleo e madeira. O alcatrão vegetal é uma mistura complexa de substâncias (as quais possuem as mais variadas funções químicas) e há alguns anos já é recuperado em alta escala industrial como subproduto da produção de carvão.

A recuperação do alcatrão vegetal é feita através da aspiração das fumaças expelidas pelos alto-fornos durante a carbonização da madeira. Uma parte da fumaça se condensa formando o líquido pirolenhoso e a outra escapa na forma de gases. O líquido pirolenhoso divide-se em duas fases: uma fração aquosa, contendo ácido acético, metal e alcatrão solúvel e uma fase oleosa, contendo o alcatrão insolúvel (alcatrão A), com composição extremamente variável, podendo conter até 50% de derivados fenólicos.

A produção de briquetes de finos de carvão mineral e vegetal e de resíduos de madeira ocorre em larga escala nos EUA, na Europa e Sudeste Asiático.

No Brasil, pesquisadores do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa estudam a produção de briquetes de carvão, utilizando carvão obtido da carbonização da serragem e alcatrão de eucalipto como agente aglutinante. O processo consiste em carbonizar a serragem em ciclos rápidos de carbonização e resfriamento, utilizando retortas metálicas de construção e operação simples e baratas equipadas com recuperadores de alcatrão. O carvão vegetal obtido é misturado ao alcatrão recuperado e briquetado a baixas pressões.

Considerando-se a produção nacional de carvão vegetal, o potencial de geração de alcatrão vegetal é de 140.000 a 800.000 toneladas/ano, dependendo das tecnologias de carbonização e recuperação empregadas.

O alcatrão vegetal pode ser utilizado na briquetagem de resíduos, ou ainda como estabilizante de solos para fins rodoviários. Segundo Fernandes (2000) a adição de alcatrão vegetal contribui para a melhoria das características mecânicas e hidráulicas dos solos.

De acordo com Pimenta (1995), outra potencialidade do uso do alcatrão vegetal é na obtenção de adesivos fenólicos, através da substituição do fenol por alcatrão, resultando em produtos com propriedades comparáveis àquelas apresentadas pelos adesivos fenol-formadeído convencionais.

3.1.2 CELULOSE

Segundo Carvalho (2000), as iniciativas de aliar a produção de celulose às indústrias de outros setores estão começando a se desenvolver no Brasil. O preço da madeira para serraria é superior ao preço da madeira para celulose, sendo possível a produção dos dois tipos de madeira através de um manejo adequado das florestas plantadas.

De acordo com Maron (2000), os resíduos de madeira obtidos do processamento da madeira podem ser destinados à obtenção de polpa celulósica. Nesse processo, as cascas e a serragem não são utilizadas, pois necessitam de condições especiais de polpação, implicando em mudanças tecnológicas que inviabilizam seu uso. Já os resíduos como costaneiras e pontas de árvores são viáveis para esse fim.

3.1.3 INSUMOS QUÍMICOS E COMBUSTÍVEIS

A indústria de papel e celulose é a maior produtora de insumos químicos a partir da madeira. Após a separação da celulose, os açúcares presentes no licor podem ser fermentados para a produção de álcool.

Goldstein (1986) cita inúmeros exemplos da obtenção de insumos e combustíveis a partir da biomassa. Através da oxidação alcalina da lignina pode-se produzir a vanila (essência de baunilha), ácido vanílico e outros ácidos e aldeídos aromáticos usados em sínteses orgânicas. A partir do licor negro do processo Kraft pode-se obter dimelsulfeto, dimetilsulfóxido e dimetilsulfona, usados como solventes e reagentes químicos. O furfural, usado como solvente industrial (matéria-prima para obtenção de derivados e polímeros) pode ser obtido a partir do tratamento com ácido forte de pentoses presentes na madeira.

Segundo Mori (1997), os taninos são polifenóis solúveis em água que podem ser extraídos da casca de várias espécies florestais e usados na produção de adesivos de madeira.

Por se tratar de uma fonte renovável de matéria-prima, a madeira, e consequentemente os resíduos gerados no seu beneficiamento, será cada vez mais utilizada na substituição dos combustíveis fósseis. A tendência é que os processos industriais futuros de conversão de biomassa deverão se igualar aos de refinarias de petróleo, nos quais a matéria-prima é totalmente convertida em produtos.

3.1.4 FARINHA de Madeira

De acordo com Masson (1998), farinha de madeira é um pó de madeira obtido pelo beneficiamento da serragem. Processos simples como peneiramento e secagem transformam a serragem na farinha de madeira, a qual se obtém, em geral, em tamanhos de partículas que passam em peneiras de 100 mesh com teor de umidade de 6 a 8%.

A farinha de madeira pode ser usada como carga/reforço em polímeros para melhorar algumas propriedades mecânicas (rigidez e resistência) do polímero reforçado, sendo que o compósito polímero-farinha de madeira pode ser empregado nas indústrias automobilística, moveleira, bem como em outros setores nos quais possa se fazer a substituição do polímero pelo compósito.

3.1.5 MATERIAIS para construção civil

Grande (1991) estudou a incorporação de pó de serra (serragem em menor granulometria) a ligantes aéreos e hidráulicos, com ou sem areia para a obtenção de um produto leve, absorvente térmico e acústico e com resistência desejada. Este produto pode ser empregado como enchimento de estruturas, material leve em forma de argamassas, placas, blocos e misturas secas. O material aceita a aplicação

de solventes, tintas, colas, seladores para madeira, podendo ainda ser serrado ou parafusado com a vantagem de ser produzido na obra.

Estudos preliminares em corpos de prova obtidos pela compressão simples de solo-cimento-serragem mostram que a mistura apresenta resistência à compressão compatível para o emprego na construção de habitações para população de menor renda.

Pimentel (2000) afirma que compósito biomassa vegetal-cimento (CBVC®) podem ser utilizados para as mais diversas finalidades. Dados preliminares de características dos compósitos madeira-cimento, visando sua futura utilização na fabricação de telhas onduladas, mostram que a cura à vapor permitiu o manuseio do material após um período de 9 horas de cura, agilizando a produção de elementos fabricados com este compósito.

3.1.6 PAINÉIS

O MDF (“Medium Density Fiberboard”) é um painel de fibra de madeira aglutinada com resina sintética destinado principalmente à indústria moveleira. Já o painel de aglomerado é formado a partir de partículas de madeira impregnadas com resina sintética e sua maior utilização também está associada ao setor moveleiro. Ambos podem ser fabricados a partir de resíduos de madeira com boa aceitação no mercado.

Olmos (1992) propôs a construção de uma prensa para fabricação de chapas aglomeradas com resíduos de madeira em tamanho industrial (122 x 244 cm), destinadas à construção de casas de baixo custo.

3.1.7 OUTRAS Aplicações

As cascas de árvores podem ser aproveitadas na produção de cortiça, fabricação de telhas ou mantida no campo com finalidade nutricional.

Os resíduos de madeira de menor granulometria podem ser transformados em adubo orgânico. Já as peças de maiores dimensões podem ser destinadas à produção artesanal de pequenos objetos, como porta-retratos, porta-jóias, saltos de tamancos, tampas de perfumes, peças para bijuterias, palitos, etc.

4 CONCLUSÕES

O aproveitamento dos resíduos de madeira deve ser considerado na atuação conjunta de diversas áreas da tecnologia da madeira para obter um rendimento máximo dos recursos naturais renováveis sem causar prejuízo ao meio ambiente.

O potencial de aplicação dos resíduos de madeira é extremamente alto. Entretanto, o aproveitamento desses resíduos no Brasil tem sido baixo, tornando necessárias pesquisas para aumento e otimização de suas aplicações. Por outro lado, fazem-se necessárias a criação de incentivos fiscais para as atividades relacionadas ao aproveitamento dos resíduos de madeira e a implantação de uma política florestal que consiga integrar todos os segmentos do setor madeireiro visando o desenvolvimento florestal sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A. M. de. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus grandis urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha.** 2000. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERNANDES, D.C. de M. **Viabilidade do uso de alcatrão de madeira de eucalipto na estabilização de solos residuais para fins rodoviários.** 2000. 93p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOLDSTEIN, I.S. **Organic Chemicals from Biomass.** Florida: CRC, 1986.

GRANDE, L.A.C. **Uso do pó de serra como material de construção em misturas secas e argamassas.** 1991. 81 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Planejamento) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

LEITE, H.G. **Conversão de troncos em multiprodutos da madeira, utilizando programação dinâmica.** 1994. 183 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade de Viçosa, Viçosa.

MARON, A. **Resíduo de *Eucalyptus grandis* 15 anos para celulose.** 2000. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MASSON, T. J. **Desenvolvimento e Reciclagem do polipropileno modificado pela presença de cadeias híbridas.** 1998. 178 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo.

MELO, V. de P. S. **Produção de briquetes de carvão vegetal com alcatrão de madeira.** 2000. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade de Viçosa, Viçosa.

MORI, F.A. **Uso de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos.** 1997. 112 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade de Viçosa, Viçosa.

OZAKI, S.K. **Efeitos do tratamento da madeira com álcool furfurílico combinado com compostos de boro.** 1999. 164 p. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade de São Paulo – Instituto de Física de São Carlos, São Carlos.

PIMENTA, A.S. **Obtenção de adesivos fenólicos por copolimerização de fenol com alcatrão ou creosoto de eucalipto.** 1995. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade de Viçosa, Viçosa.

PIMENTEL, L. L. **Utilização de Resíduos de *pinus caribaea* na produção de compósito madeira-cimento.** In VII Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2000, São Carlos.

ROSSINI, E. L. **Extração de lignina por solventes orgânicos – extensão do método de Brauns.** 1990. 106p. Dissertação (Mestrado em Físico-Química) – Universidade de São Paulo – Instituto de Química de São Carlos, São Carlos.

OLMOS, M. A. C. **Equipamento e processo de fabricação de chapas aglomeradas a partir de resíduos de madeira.** 1992. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

MENDES, L.M., Lelles, J.G., Valente, O.V. **Geração de energia elétrica a partir da madeira.** Revista da Madeira, Curitiba, PR, ano 10, n.55, p.20-22, abril 2001.

Aproveitamento de resíduos para produção de painéis. Revista da Madeira, Curitiba, PR, ano 08, n.43, p.30, 1999.

TOMASELLI, I. **Mercado e comercialização de madeiras.** Revista da Madeira, Curitiba, PR, ano 06, n.38, p.10-16, 1997.

FONSECA, M.R. da. Motivos Econômicos para a produção de painéis de MDF no Brasil em 1998. Universidade Federal do Paraná, 1998. Disponível em:
<<http://www.sociais.ufpr.br/economia/wamberto.htm>>. Acesso em: 14 maio 2001.

BRIQUETAGEM pode acabar com poluição provocada por resíduos de madeira. Boletim semanal de divulgação científica, Brasília, 09 de maio de 1997. Disponível em:
<http://www.radiobras.gov.br/abrn/c&t/1997/c&t_0905.htm#11>. Acesso em: 14 maio 2001.

SERRARIAS geram 620 mil toneladas de serragem por ano. Boletim semanal de divulgação científica, Brasília, 09 de maio de 1997. Disponível em:
<http://www.radiobras.gov.br/abrn/c&t/1997/c&t_0905.htm#11>. Acesso em: 14 maio 2001.

BANDEL, A. Painéis a partir de pó de madeira. Revista Vetas - nº 205 Agosto de 1999. Disponível em: <http://www.fiesp.org.br/boletim.nsf/>. Acesso em 17 maio 2001.

SEIXAS, F. Madeira pode cooperar na solução do problema energético. IPEF Notícias 24 (155), março 2001. Disponível em:< <http://www.ipef.br/>>. Acesso em 17 maio 2001.

ESTATÍSTICAS IPEF. Disponível em:< <http://www.ipef.br/>>. Acesso em 17 maio 2001.

SECRETARIA de Formulação de Política e Normas Ambientais. Diretrizes para a utilização de recursos florestais. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em 20 maio 2001.

REGIÃO sul: um mercado promissor para a biomassa. CENBIO notícias, ano 03, n.10. Disponível em:< http://www.koblitz.com.br/clipping/koblitz/regiao_sul.html>. Acesso em 22 maio 2001.

FONTES alternativas de energia. Disponível em: < <http://www.cepel.br/~per/fontes.htm>>. Acesso em 24 maio 2001.

RESÍDUOS de madeira. Gazeta Mercantil, 05 jul. 2001. Disponível em: http://www.sbs.org.br/secure/pesquisa_detalhes.php?id=1184&key=residuos. Acesso em : 27 jul. 2001.