



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

CIRCULAR TÉCNICA N° 52

JUNHO/1979

PBP/3.1.8

USOS DIRETOS E PROPRIEDADES DA MADEIRA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

José Otávio Brito*
Luiz Ernesto G. Barrichelo*

RESUMO

O uso da madeira para fins energéticos apesar de ser uma prática das mais antigas da humanidade tem novamente despertado o interesse de técnicos e pesquisadores. Esse fato vem em decorrência principalmente da crise energética que vem assolando mundo, e a madeira tem sido considerada como um recurso em potencial para o atendimento de uma faixa bastante ampla das necessidades energéticas futuras.

Como fonte energética, a madeira necessita ainda ter bem definida as suas propriedades que de uma maneira ou outra tenham correlação com seu comportamento frente a este uso específico. Aliado a isso há necessidade de se bem definir quais as mais importantes aplicações que a madeira como fonte energética possa ter.

O Brasil particularmente possui amplas e totais condições para o uso de madeira para fins energéticos bastando para isso estudos específicos para a implantação de um sistema racional de florestas para energia.

1. INTRODUÇÃO

Através da história a madeira sempre foi usada como fonte de combustível. No final da década de 60, cerca de 43% da madeira cortada no mundo era utilizada como combustível (1). No Brasil, a participação atual da madeira como combustível é da ordem de 21,5%, comparável apenas ao petróleo e à energia hidroelétrica. Esse percentual

* Professor do Curso de Engenharia Florestal ESALQ/USP

demonstra o uso da madeira para a geração de energia no Brasil ainda tem papel destacado, e nas atuais circunstâncias pode e deve ser encarada como opção muito importante de abastecimento energético.

Uma intensificação do uso da madeira para fins energéticos torna-se ainda muito mais importante se levarmos em conta fatores tais como:

- a. O Brasil é um país com altíssima vocação florestal, apresentando condições edafoclimáticas excelentes em extensas áreas para a implantação de florestas para uso industrial racionalizado;
- b. As florestas implantadas para uso industrial racional apresentam alta produtividade em nossas condições sendo que as taxas de crescimento das mesmas superam em muito àquelas observadas em outros países;
- c. Já existe no Brasil, face à experiência florestal adquirida no setor, a capacidade de desenvolvimento de técnicas especiais do manejo e utilização das florestas para fins energéticos aptas as nossas condições;
- d. A energia gerada à partir da madeira é renovável, ao contrário dos combustíveis de origem nuclear ou fóssil, não podendo ser embargada, não depende de câmbio externo, e seu preço não é arbitrário, como no caso da OPEP;
- e. Frente a poluição o uso da madeira não traz os problemas costumeiros dos combustíveis fósseis devido o seu baixo teor de enxofre. A combustão da madeira por exemplo não modifica o equilíbrio térmico ou de bióxido de carbono na Terra como acontece com a combustão de combustíveis fósseis;
- f. A madeira é um material versátil que de acordo com as necessidades pode ser utilizado diretamente como combustível sólido, transformado numa variedade de combustíveis sintéticos ou ser utilizado como matéria-prima industrial.

Na atualidade o uso da madeira como fonte energética tem despertado um interesse bastante significativo inclusive fazendo surgir o conceito de "Plantação Fitoenergética". Tal conceito, é base de um sistema de produção econômica de combustível à partir da biomassa florestal. Essa produção de energia seria realizada numa escala bastante ampla, em que a escolha da densidade de plantio e o esquema de exploração fossem os mais apropriados possíveis para uma dada espécie e local de plantio, de modo que a captura e a conversão de energia solar fossem otimizados.

A "Plantação Fitoenergética" bem delineada e bem operadas, de modo a minimizar o custo do material vegetal produzido, pode ser competitiva na atualidade com combustíveis tradicionais não renováveis.

A título de exemplificação, a implantação de 12 milhões de hectares de florestas comerciais e tecnicamente manejados poderiam suprir, com os índices atuais, mais de 750×10^{12} kcal/ano, ou seja, cerca de 40% das necessidades energéticas do Brasil previstas para 1986 o que representaria 75% do consumo atual (2).

2. COMBUSTÃO DA MADEIRA E PROPRIEDADES

Quando a madeira é usada para a geração de calor, como qualquer outro combustível ela tem que passar pelo processo de combustão, o qual inclui tanto reações físicas como reações químicas apresentando características próprias.

Quando a madeira está se queimando, ela se transforma em calor, produtos químicos e gases. A combustão completa produz vapor d'água e CO_2 juntamente com calor

e cinzas não combustíveis. Quando a combustão é incompleta ocorre a formação de CO, hidrocarbonetos e outros gases.

A primeira fase da combustão aquece a madeira para a evaporação e eliminação da água. É uma energia praticamente perdida.

A segunda fase de combustão se inicia quando a temperatura atinge aproximadamente 260°C quando a madeira começa a ser quimicamente degradada e materiais voláteis começam a ser vaporizados. Quando a temperatura chega aos 600°C e havendo possibilidades de uma correta e adequada mistura com o ar, estes gases passam a se inflamar. Se a temperatura dos gases voláteis não é mantida ao redor dos 600°C e a quantidade de ar não for suficiente a combustão não se completa.

O terceiro estágio de combustão é o da queima do carvão que permanece após a liberação dos gases voláteis. O carvão se queima a temperaturas acima dos 600°C. Finalmente, uma pequena quantidade de cinza permanece após a queima do carvão.

Aproximadamente 50 - 60% do calor aproveitável da queima da madeira está nos gases voláteis.

Todas as três fases da combustão da madeira ocorre ao mesmo tempo. Contudo, as duas primeiras fases ocorrem preferencialmente quando o fogo está se iniciando (3).

No uso direto da madeira em processo de combustão aspectos importantes devem ser levados em conta, principalmente com relação às propriedades físicas e químicas da mesma associadas às suas propriedades combustíveis. Destaque-se a composição química elementar, poder calorífico, teor de umidade e densidade.

Com relação a composição química elementar da madeira, existe uma marcada uniformidade entre diferentes espécies, podendo ser generalizada a composição mostrada no Quadro I.

Quadro I. Composição elementar média da madeira.

Elemento	%
C	50,2
H	6,1
N	0,2
O	43,4
Cinzas	0,2

A madeira contém uma quantidade negligenciável de enxofre, não causando poluição do ar com compostos sulfurosos, ao contrário da maioria dos carvões minerais e óleos pesados.

O teor de cinzas da madeira é bastante baixo, com geralmente menos que 1% em peso. O teor de cinzas da casca é maior que na madeira. O corte e manuseio dos toros de madeira normalmente fazem com que haja incrustações de terra na casca, o que pode resultar também num aumento do teor de cinzas.

Uma das mais importantes propriedades de combustível é o seu poder calorífico. O poder calorífico usualmente é obtido pela queima de uma quantidade conhecida de combustível, medindo-se o calor libertado. No caso de madeira pode-se encontrar valores desde 3.000 kcal/kg até 5.400 kcal/kg. A resina presente nas espécies florestais tem poder calorífico médio de 9.460 kcal/kg e dessa forma as espécies com altos teores de resinas (coníferas) apresentam poder calorífico maior que as que apresentam baixos teores de resina (folhosas).

Considerando-se um valor médio de 4.200 kcal/kg para o poder calorífico da madeira, o mesmo equivale a cerca de 0,61 e 0,47 vezes ao poder calorífico do carvão mineral e óleo cru respectivamente.

Outra característica importante de um combustível, especialmente no caso da madeira é o teor de umidade.

O teor de umidade da madeira torna-se importante por duas razões básicas. A primeira é que ele varia dentro de faixa ampla de valores em função de espécies, clima, armazenamento, etc., tornando o controle do processo de combustão mais difícil. A segunda razão é que a água tem um poder calorífico negativo, isto é, necessita de calor para evaporá-la.

Na média, madeira recém cortada apresenta teor de umidade variando entre 45 e 50%. Madeira cortada e seca ao ar por 6 meses ou 1 ano abrigada das intempéries apresenta teor de umidade variando entre 15 e 25%.

A densidade da madeira é também um fator importante a ser analisado. De um modo geral, a densidade de madeira está correlacionada com seu valor combustível.

3. APLICAÇÕES DIRETAS DA MADEIRA PARA GERAÇÃO DE CALOR

As principais opções para um possível uso da madeira em processo de combustão na geração de calor deveriam incluir a combustão para usos domésticos e usos industriais diversos. De acordo com estimativas do IBDF, o consumo de lenha no Brasil em 1976 foi da ordem de 118 milhões m³, o que representa cerca de 65% da produção total de madeira do país.

3.1. Consumo doméstico

Como a maioria dos países em desenvolvimento, no Brasil a lenha é um dos combustíveis mais utilizados para satisfazer as necessidades domésticas de energia.

De um modo geral, podem ser citados como principais determinantes do nível de consumo de lenha a disponibilidade de florestas com livre acesso para o consumidor, e a facilidade de substituição por outro combustível de maior eficiência. Esse último fator nem sempre torna-se possível, porquanto a substituição, em geral pelo fogão à gás, além de depender da existência de abastecimento regular, representa para as famílias de mais baixa renda uma despesa relativamente grande. A disponibilidade de florestas poderiam por outro lado ser alcançada pela implantação de povoamentos técnica e economicamente bem fáceis de serem executados, especificamente para fins energéticos.

Com relação às características da madeira para uso doméstico, além daquelas citadas anteriormente devem ser levadas em conta outras específicas na escolha das espécies. Essas características incluem: (a) facilidade para o corte e rachamento, (b) facilidade de ignição, (c) nível de fagulhas e, (d) nível de fumaça.

O Quadro II mostra as características de algumas madeiras norte-americanas usadas como lenha para fins domésticos (3).

Com relação à facilidade da madeira ao rachamento aquelas que se apresentam livres de nós e com grã reta devem ser preferidas. Usualmente, madeira verde e madeira de coníferas são rachadas mais facilmente do que madeira seca e madeira de folhosas.

Quadro II. Características da madeira específicas para uso doméstico

	Fácil de rachar	Capacidade de ignição	Geração de fumaça densa	Quantidade de faíscas	Qualidade de queima do carvão
Fraxinus americana	sim	média	não	poucas	boa
Fagus grandifolia	não	pobre	não	poucas	boa
Thuya plicata	sim	excelente	sim	muitas	pobre
Ulmus americana	não	média	média	muito poucas	boa
Tsuga canadensis	sim	boa	média	muitas	pobre
Acer saccharum	sim	pobre	não	poucas	excelente
Quercus borealis	sim	pobre	não	poucas	excelente
Pinus strobus	sim	excelente	média	poucas	pobre

A madeira de coníferas, sendo resinosa é de fácil ignição e se queima rapidamente apresentando uma chama alta e forte. Contudo essa rápida queima requer freqüente atenção. A madeira de folhosas é geralmente de mais difícil ignição, queima-se menos vigorosamente com pequena chama, e durante muito mais tempo.

A madeira de algumas coníferas contém pequenas bolsas de água, as quais podem ser causadoras de algumas perturbações na combustão. Sob aquecimento, gases e vapor d'água são formados nessas bolsas que sob pressão se arrebentam na forma de fagulhas. A formação de fagulhas é também uma das razões para se reduzir o teor de umidade da madeira através de secagem antes da queima.

3.2. Consumo industrial

Os raros dados existentes sobre consumo industrial de lenha no Brasil mostram que os maiores consumidores são as indústrias de produtos de minerais não-metálicos, onde se incluem as olarias e cerâmicas, e as de produtos alimentares, onde se acredita serem as padarias as principais responsáveis pelo consumo.

Mais recentemente o Governo Federal vem tomando medidas para incentivar o maior consumo da madeira como combustível industrial. A partir de 1975 por exemplo, foi retirado do consumidor a obrigatoriedade da reposição a estavam sujeitas as cerâmicas, olarias e panificadoras e que outros estabelecimentos similares. A reposição passou a ser executada pelo próprio IBDF, mediante a apresentação de projetos específicos e com recursos do Conselho Nacional do Petróleo.

Além do mais vem sendo reforçada cada vez mais intensamente a utilização da madeira como combustível industrial para a geração de vapor nas indústrias que usavam o óleo combustível para tal fim. Esta poderia ser considerada a maior aplicação industrial da madeira. O vapor gerado mediante o uso da energia da combustão da madeira poderia servir para aquecimento, como força motriz ou geradora de eletricidade.

4. CONCLUSÃO

Alguns pontos básicos do uso da biomassa florestal como recurso energético podem ser resumidos:

4.1. O uso direto da madeira para a geração de energia tem despertado a atenção de técnicos e pesquisadores que a vêem como fonte em potencial de suprimento energético.

4.2. No caso brasileiro, a participação da madeira no consumo energético ainda é destacada. Essa participação pode e deve ser incrementada com condições amplamente favoráveis para a situação nacional, principalmente mediante o uso de "Plantações Fitoenergéticas".

4.3. Na escolha de espécies de madeiras para fins energéticos devem ser levados em conta diversos parâmetros físicos e químicos que influem em suas propriedades combustíveis de modo a que se possa alcançar o máximo de aproveitamento da energia gerada.

4.4. Há carência de dados sobre volume e condições do uso da madeira como fonte de energia no Brasil. Dados oficiais mediante execução de levantamentos atualizados estão sendo necessários no momento para que possam ser executados planos específicos para o uso da madeira como combustível.

4.5. Devem ser incrementadas as pesquisas sobre utilização de madeira como combustível para fins domésticos e fins industriais.

5. BIBLIOGRAFIA

- (1) CORDER, S.E., 1973. Wood and Bark as Fuel. Research Bulletin 14. Forest Research Laboratory. Oregon State University, 27 p.
- (2) COLOMBAROLI, W. Possibilidades da Siderurgia a Carvão Vegetal no Brasil. Florestal Acesita, 11p.
- (3) NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE. 1977. Burning Wood, 24p.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

MARIALICE METZKER POGGIANI – Bibliotecária
WALTER SALES JACOB
COMISSÃO DE PESQUISA DO DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA –
ESALQ-USP
DR. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO
DR. JOÃO WALTER SIMÕES
DR. MÁRIO FERREIRA

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – JOÃO WALTER SIMÕES
Diretor Técnico – HELLÁDIO DO AMARAL MELLO
Diretor Administrativo – NELSO BARBOZA LEITE

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior