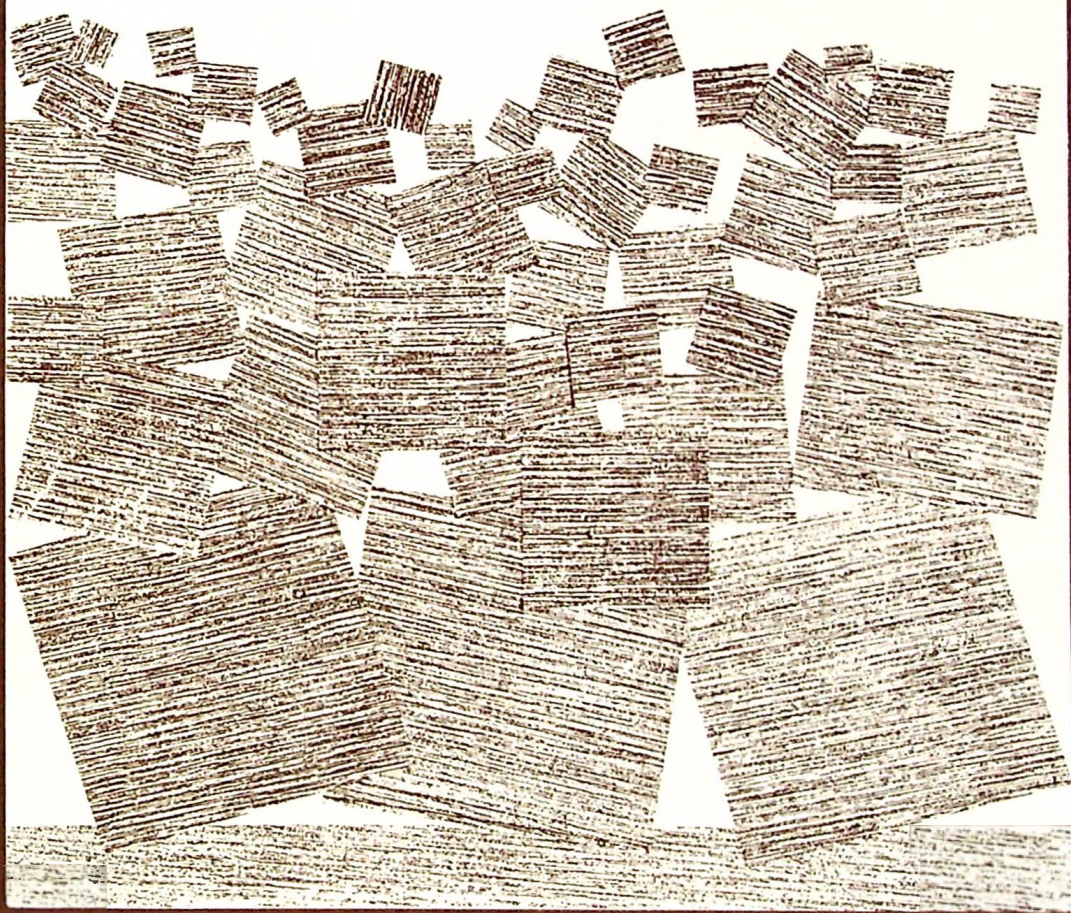


SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NAT
DIRETORIA DE INCENTIVO À PESQUISA E DIVULGA
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

GIF FRONT
Nº 88

CIRCULAR TÉCNICA DO LPF

Volume 1 - Número 2 - julho/dezembro 1991.



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

José Antonio Lutzenberger

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE

E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

Eduardo de Souza Martins

DIRETORIA DE INCENTIVO À PESQUISA E DIVULGAÇÃO

Bráulio Ferreira de Souza Dias

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

Marcus Vinicius da Silva Alves

Comitê Editorial

Cleuber José Delano Lisboa, M.Sc.

Marcos Antonio Eduardo Santana, Ph.D.

Sebastião Kengen, Ph.D.

Tereza Cristina Monteiro Pastore, M.Sc.

Vera Terezinha Rauber Coradin, M.Sc.

Publicação

Ernesto Paz Guimarães - revisor

Tereza Cristina Monteiro Pastore - edição

Capa

George Leal Schafflor Mello

CIRCULAR TÉCNICA DO LPF

A **Circular Técnica do LPF** publica trabalhos resultantes de pesquisas na área de produtos florestais.

Serão aceitos artigos originais realizados no LPF ou com a participação direta de seu corpo técnico.

A reprodução de qualquer matéria é permitida, desde que sejam citados fonte, título, autor, data e página.

Todos os conceitos emitidos nos artigos desta revista são de inteira responsabilidade dos autores.

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

SAIN - Av. L4 Norte - Lote 04 - CEP 70770

Caixa Postal 04424 - CEP 70919

Fones: (061) 224-4789 / 224-5337 / 223-5664

Telex: (061) 2527 - Fax: 225-1182

BRASÍLIA - DF

CIRCULAR TÉCNICA do LPF - v. 1, nº 2. 1991. Brasília, IBAMA/DIRPED
Laboratório de Produtos Florestais.

Semestral

SUMÁRIO

A floresta como fonte de energia no Brasil. QUIRINO, W.F.	5
Características de preservação de <i>Eucalyptus citriodora</i> e <i>Eucalyptus paniculata</i> para uso final como postes de eletrificação. MENDES, A. de S.; ALVES, M.V. da S. & SIQUEIRA, A.B.	12
Refúgio Antártico. ALVAREZ, C.E. & MELO, J.E. de	20
Aglutinantes para briquetagem de carvão vegetal. FONTES, P.J.P. de; QUIRINO, W.F. & PASTORE, F. JUNIOR	30
Características tecnológicas e de crescimento do bambu. QUIRINO, W.F.	36
Resistência ao cisalhamento de peças de madeiras coladas expostas a baixa temperatura. ALVAREZ, C.E. de; TEIXEIRA, D.E. & MELO, J.E. de	53
Notícias e Comentários - Normalização de móveis na França. SOUZA, M.H. de	64
Briquetagem de resíduos ligno-celulósicos. QUIRINO, W.F.	69

A FLORESTA COMO FONTE DE ENERGIA NO BRASIL*

Waldir Ferreira Quirino

Eng^o Florestal – M. Sc.
Laboratório de Produtos Florestais

RESUMO

O Brasil é um extenso país com 8,5 milhões de km², situado na zona tropical, quase todo ele composto de terras férteis, com uma cobertura florestal exuberante abrangendo 60% de seu território. Possui tradição no uso da lenha, sendo atualmente a terceira fonte primária no seu balanço energético. Peculiarmente, o maior consumidor de lenha do país é o setor industrial, devido, principalmente, à produção anual de 11 milhões de toneladas de carvão vegetal, 90% consumido na siderurgia, na metalurgia e na indústria cimenteira. A engenharia florestal desenvolveu-se bastante nas últimas décadas, tendo implantado no país 7,0 milhões de hectares em florestas homogêneas. Apesar do volume de florestas nativas de que dispõe, 39% da madeira que consome industrialmente advém das florestas plantadas. Baseado nestas considerações e na necessidade de o país expandir a produção de energia para sustentar seu desenvolvimento, contesta-se a idéia de que a biomassa florestal não deve ser usada como fonte de energia. No balanço energético mundial, a biomassa apresenta uma participação decrescente. No Brasil, apesar de sua vocação florestal, verifica-se também esta redução. Questiona-se se esta seria uma estratégia de planejamento energético adequada ao país. As florestas nativas são dizimadas em muitos casos para implantação de agricultura e pecuária de baixo rendimento, por não se obter na floresta nenhuma atividade rentável e duradoura. O manejo sustentado da floresta, para produção de energia e também de madeira, traria mais um fator de valorização e conseqüente conservação deste patrimônio.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa florestal, energia, lenha, carvão vegetal, Brasil.

ABSTRACT

Brazil is an extensive country full of fertile lands. The firewood is the third source of its energetic balance. Peculiarly, the greatest consumer of firewood in the country is the industrial section, due to its anual production of 11,0 million tons of vegetal charcoal, 90% used in the siderurgy, metallurgy and cement industry. Forestal Engineering has developed immensely in the last decade and has implanted approximately 7,0 million hectares in homogeneous forests. In spite of the fact that Brazil has a large volume of native forests, 39% of the wood it consumes industrially comes from planted forests. Based on these considerations and on the country's necessities of expanding the production of energy for sustaining its development, the idea that the forestal biomass should not be used as a source of energy is then contested.

KEY WORDS: biomass, charcoal, energy, firewood.

* Trabalho enviado ao 10º Congresso Florestal Mundial.

INTRODUÇÃO

A necessidade de ampliar a produção de energia é justificada pelo contínuo aumento de consumo, devido não só ao crescimento demográfico, como também à "modernização" da própria sociedade, sempre calcada em acréscimos significativos na demanda de energia. A evolução do nível de bem-estar do cidadão geralmente implica o maior consumo de energia. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a demanda por energia cresce rapidamente, e as crises que se sucedem com o petróleo, desde a década de 70, causam impactos econômicos significativos, fazendo com que todas as demais opções de gerar energia sejam examinadas com muita atenção.

O objetivo principal deste trabalho é contestar o pensamento dominante em outros países e, às vezes até no Brasil, de que a floresta não deve ser usada como fonte de energia, principalmente pelo aspecto preservacionista.

O Brasil, com o potencial de biomassa florestal que possui, com o desenvolvimento que obteve nas ciências florestais, dominando a implantação e a condução de florestas homogêneas de rápido crescimento, e com a disponibilidade de terras para a silvicultura, deveria estar melhor aproveitando essa tradicional e versátil fonte de energia. Ao contrário, o que se observa é a participação percentual decrescente da lenha no balanço energético do país. Isto se deve não à redução da produção de energia advinda da madeira, que se mantém constante a duas décadas, mas em função do crescimento das outras duas principais fontes primárias: o petróleo e a hidreletricidade.

Sob o preconceito pseudopreservacionista de não utilizar a floresta nativa energeticamente, o Brasil queima florestas e resíduos agroflorestais sem dar-lhes nenhum tipo de aproveitamento.

No balanço energético mundial, a biomassa tem uma participação cada vez menor. Isto se deve às características dos países desenvolvidos e grandes consumidores de energia, que influem com maior peso na composição desse balanço. A maioria desses países, situados em regiões temperadas, com reduzida produção de biomassa, contrasta radicalmente com a situação do Brasil.

COBERTURA VEGETAL DO BRASIL

O Brasil possui 8,511 milhões de km². É o quinto país em extensão territorial do mundo, aproximadamente 16,6 vezes maior que a França. Quase a totalidade de sua área está localizada na zona tropical do globo terrestre. Seu território é drenado por cinco grandes bacias hidrográficas. Seu relevo é moderado, sem grandes montanhas, predominando planícies e planaltos. Esses fatores, aliados às suas características climáticas e edáficas, proporcionam a produção de uma exuberante fitomassa.

Aproximadamente 60% do país é coberto por florestas distribuídas da forma descrita no Quadro 1.

Quadro 1 – Área da tipologia florestal

Tipologia Florestal	Área (%)	Área (ha)
Florestas ombrófilas	41,0	347 milhões
Savanas	13,2	112 milhões
Estepes	4,0	34 milhões
Floresta plantada	0,8	7 milhões

As florestas ombrófilas brasileiras são representadas de modo predominante pela floresta amazônica, internacionalmente conhecida, e que constitui cerca de 30% das florestas tropicais remanescentes da Terra. Uma de suas características marcantes é a diversidade de espécies, e que apresentam madeiras com características tecnológicas bastante variadas, sendo muitas espécies ainda desconhecidas. Segundo OTA/USA CONGRESS (4), estas florestas vinham sofrendo desmatamentos anuais em torno de 0,4%. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, do Governo Brasileiro, constatou pelas imagens de satélite que 37,7 milhões de ha já foram desmatados, e que essa área, de 1988 a 1989, foi de 0,851 milhões de ha, perfazendo uma taxa anual de aproximadamente 0,2%. Parece ter ocorrido uma grande redução na taxa anual de desmatamentos, retratando o esforço do país e o nível de consciência preservacionista já adquirida pela sociedade brasileira.

As duas tipologias, savanas e estepes, que compõem 17% do território brasileiro, apresentam um importância fundamental no aspecto energético. Destas duas formações vegetais não se tem levantamentos das áreas alteradas, sabendo-se, no entanto, que são significativas.

As savanas, conhecidas como “cerrados” no Brasil, sustentam a produção de carvão vegetal do país, que é a maior do mundo – aproximadamente 11 milhões de toneladas por ano. Existe um consenso, hoje, de que a causa principal dos acelerados desmatamentos na região de savanas não é a produção de carvão vegetal, e sim a expansão das fronteiras agrícolas e pecuárias. A atividade de produção de carvão vegetal acompanha as frentes de colonização, fazendo inclusive com que o carvão vegetal seja transportado por rodovias em alguns casos de distâncias superiores a 1.000km até os grandes centros de consumo.

As estepes, conhecidas como “caatingas” no Brasil, situam-se na região árida do Nordeste brasileiro, sendo considerada pela FAO, em 1980, como região de crise em disponibilidade de lenha, ou seja, naquela época os recursos de lenha já eram inferiores às necessidades da população, implicando uma exploração excessiva. Mesmo assim, um programa do Governo Brasileiro de incentivo à substituição do petróleo importado também foi aplicado nesta região, onde antigas e novas indústrias passaram a usar lenha e carvão vegetal em vez de óleo combustível. Isto agravou os problemas sociais e econômicos, pois a lenha e o carvão vegetal que a população já obtinha com dificuldade tornaram-se indisponíveis.

A vegetação da Região Sul do país, industrializada e densamente ocupada, restringe-se hoje a uma porcentagem pequena da vegetação primitiva, à semelhança de alguns países desenvolvidos. Nesta região, concentra-se, em consequência, o maior volume de florestas homogêneas implantadas, predominantemente do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, contando ainda com os gêneros *Araucaria* (nativa), *Acacia* e *Mimosa*.

Nas últimas décadas, a atividade florestal desenvolveu-se sensivelmente, evoluindo do extrativismo puro para o cultivo de florestas homogêneas de rápido crescimento. Na década de 60, surgiram as primeiras escolas de engenharia florestal no país e, também, foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, atual Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, proporcionando incentivos fiscais para florestamentos e reflorestamentos em larga escala. Em 1987 encerram-se os incentivos fiscais, tudo indicando que as atividades decorrentes das florestas implantadas têm fôlego próprio para sustentar a expansão do setor.

A importância das florestas implantadas, segundo SIQUEIRA (5), traduz-se no fornecimento de cerca de 39% do volume total de madeira consumida industrialmente no país, principalmente nos setores de: celulose e papel; chapas; energia (carvão vegetal); madeira serrada e móveis.

Conclusivamente, é impossível fazer qualquer abordagem sobre biomassa florestal para produção de energia no Brasil, sem relevar quatro aspectos fundamentais:

- o grande patrimônio florestal do país, que não pode e nem deve permanecer intocado, marginalizando do desenvolvimento uma grande parte do Brasil, que é a Região Norte;
- a carência de lenha em algumas regiões do país, caracterizando uma distribuição irregular deste grande patrimônio florestal;
- a redução da participação percentual da lenha no balanço energético nacional, independente de uma grande vocação florestal, decorrente da importação de modelos de planejamento energético de países com outras realidades e outros interesses; e
- competência das ciências florestais no Brasil aliada à disponibilidade de terras para a silvicultura.

LENHA E CARVÃO VEGETAL

É preciso ressaltar a importância que o reflorestamento assume como fonte de madeira, diante da floresta nativa, e, como se torna importante as ciências florestais no Brasil, dominando as técnicas de plantio e condução de florestas homogêneas. Várias empresas florestais do país ligadas à produção de papel e de celulose trabalham com espécies melhoradas geneticamente e adaptadas às condições locais. Já utilizam nos programas operacionais de plantio o método para propagação vegetativa por enraizamento de estacas (clonagem), utilizando a pesquisa florestal aplicada como meio para incrementar o rendimento das florestas, melhorar a qualidade dos produtos e aumentar a produção.

Com aproximadamente 0,8% do território nacional em florestas implantadas, ou seja, 7,0 milhões de hectares, produz-se 31,2% da madeira consumida no país. Dos 41% de florestas tropicais e 17% de savanas e estepes produz-se os 68,8% restantes. Isso demonstra o uso intensivo dos reflorestamentos. Por outro lado, comprova que os desmatamentos das florestas

nativas, principalmente da floresta amazônica, não se deve à busca da madeira, pois o volume dos desmatamentos é muito superior à demanda ou ao consumo atual.

O total de madeira utilizada no Brasil, segundo TEREZO (6), é 263,5 milhões de m³, consumindo-se 52,7% como lenha, 26,1% como carvão vegetal e 21% como madeira industrializada.

Considerando que mais de 30% da madeira usada no país vêm de florestas plantadas, pode-se concluir facilmente que grande parte da madeira proveniente dos desmatamentos não tem aproveitamento. Independente de discutir-se a necessidade dos desmatamentos, o país poderia estar produzindo muito mais energia a partir da biomassa florestal. Devido também à vocação agrícola do Brasil, os resíduos da exploração e, principalmente, do beneficiamento dos produtos agrícolas, vêm engrossar o volume da biomassa disponível para aproveitamento energético.

A maior parte da madeira consumida no país destina-se à produção de energia. Consequentemente, a lenha é a terceira fonte primária no balanço energético nacional. Segundo BRITO (1), 67% da lenha são usados na produção de carvão vegetal, o qual é majoritariamente consumido pelo setor industrial (acima de 90%). Os 33% restantes da lenha não usados para carvão vegetal são consumidos doméstica e industrialmente na queima direta em caldeiras, secagem, panificação, cerâmica, etc.

Conclui-se, portanto, que o principal consumidor de energia proveniente da biomassa florestal no Brasil é o setor industrial. Este fato ameniza a preocupação do incentivo ao uso da floresta como fonte energética. O controle do consumo doméstico é impraticável pela pulverização de consumidores. Acredita-se que o uso industrial é mais fácil de ser regulamentado e fiscalizado.

HIDRELETRICIDADE E FLORESTA TROPICAL

A produção de energia hidráulica no Brasil, de 1970 a 1988, praticamente quintuplicou. É a principal fonte primária de energia produzida no país, quase o dobro da produção da segunda fonte que é a lenha, seguida do petróleo.

Em consumo, a energia hidráulica é a segunda fonte primária, vindo em primeiro lugar o petróleo (50%, aproximadamente, são importados), e a lenha pulando para terceiro lugar.

Com o crescimento da produção de energia hidráulica nas duas últimas décadas, praticamente esgotou-se o potencial hidrelétrico competitivo das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. A Região Norte, onde se localiza a floresta amazônica, situada na extensa planície amazônica, é uma das opções atuais da expansão de geração de energia hidráulica.

Um projeto das Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (ELETRONORTE) prevê a instalação, até o ano 2020, de um complexo de 18 hidrelétricas denominado "Baixo Xingu, Tapajós e Médio Tocantins", para gerar 29.500 Mw médios. Grande parte desta energia será exportada para as outras regiões do país, principalmente Sudeste e Sul, por extensas redes de transmissão.

Experiências anteriores demonstram que os lagos formados pelas represas das hidrelétricas, na Região Norte, são muito extensos em função da topografia. Fica um questionamento. O que seria melhor? Inundar a floresta para gerar energia ou manejá-la, sustentadamente, para gerar energia e madeira? De uma maneira ou de outra, o Brasil necessita de energia para con-

tinuar seu desenvolvimento. Além disso, é na Região Norte e Centro-Oeste que estão as principais frentes de ocupação e de expansão demográfica do país.

Atualmente, grande parte da energia gerada e consumida na Região Norte, é obtida por autoprodução (os consumidores geram sua própria energia), e boa parte dessa energia vem da biomassa florestal, por meio de locomóveis e termelétricas a lenha. Isto colabora em parte para fortalecer a hipótese de se utilizar a floresta como fonte de energia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil possui tradição em utilizar a biomassa florestal como fonte de energia, com a lenha participando significativamente do seu balanço energético. Por este fato e pelos aspectos referidos conclui-se que:

- a biomassa, como fonte de energia, deve continuar merecendo toda a atenção no planejamento energético do país. Dadas as características do país, ela é e continuará sendo uma importante fonte primária de energia;
- potencialidade do país em produzir a biomassa, as tecnologias para seu aproveitamento energético deveriam ser aperfeiçoadas e novas tecnologias desenvolvidas;
- os levantamentos das áreas de florestas e reflorestamentos, assim como os tratamentos destes dados, deveriam ser ampliados e receber maior atenção nos aspectos técnico e científico;
- o argumento preservacionista não deveria sobrepujar simplesmente, criando impedimentos à ampliação da biomassa floresta como fonte de energia. A utilização da biomassa como fonte de energia traz mais um fator de valorização da floresta, criando mais um motivo de conservação deste patrimônio. O uso adequado da biomassa florestal como fonte energética jamais viria provocar devastação e sim valorizar ainda mais a floresta;
- é inevitável que a imensa região de floresta tropical seja ocupada pelos brasileiros. É discutível tecnicamente as maneiras de ocupação. No mínimo, esse complexo florístico será manejado, permitindo a sustentação do seu potencial ecológico. O seu manejo correto proporcionará um volume significativo de madeira e de resíduos adequados ao uso energético.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 - BRITO, J.O. 1990: A utilização da biomassa florestal, a madeira e o carvão vegetal na matriz energética brasileira. São Paulo Energia. Ano VII, nº 64, maio/junho. São Paulo, Brasil.
- 2 - FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation) 1981: La madera, fuente de energia. Edición especial 1 y 2. Unassylva 33: 131 - 33. Roma - Itália.
- 3 - LOPES, J.A.M. *et alii*, 1990: Integração das UHE's do Baixo Xingu, Tapajós e Médio Tocantins ao sistema interligado brasileiro. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Energia, vol. 1/3 pág. 41-50. Rio de Janeiro - Brasil.

- 4 – OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT – USA/CONGRESS 1984: Technologies to Sustain Forest Resources. Washington USA, 344 p.
- 5 – SIQUEIRA, J.D.P., 1990: A atividade florestal como um dos instrumentos de desenvolvimento do Brasil. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro. Campos do Jordão – Brasil.
- 6 – TEREZO, E.F.M., 1990: As indústrias na Amazônia e o uso dos recursos florestais. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro. Campos do Jordão – Brasil.

CARACTERÍSTICAS DE PRESERVAÇÃO DE *EUCALIPTUS CITRIODORA* E *EUCALIPTUS PANICULATA* PARA USO FINAL COMO POSTES DE ELETRIFICAÇÃO

Alfredo de Souza Mendes*

Marcus Vinícius da Silva Alves**

Antonio Benício Siqueira***

*Químico, M. Sc. – Centro de Pesquisa de Produtos Florestais/INPA.

**Engº Florestal – Laboratório de Produtos Florestais.

***Engº Químico – Mannesmann Florestal.

RESUMO

Madeiras de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus paniculata*, com idades de 6, 10 e 13 anos, foram impregnadas, sob pressão, pelo processo Bethell (célula cheia), com creosoto, creosoto a 1% de pentaclorofenol e CCA-A (base óxida) a 3%.

As espécies estudadas apresentaram bom desempenho durante os ensaios, demonstrando que são passíveis de serem tratadas com preservativos oleosos, óleo-solúveis e hidrossolúveis, tornando-se desta forma aptas para utilização como postes de eletrificação.

Todos os tratamentos foram submetidos a ensaios de campo para avaliação da eficiência preservativa e, ao final do oitavo ano, demonstraram ser altamente eficazes no aumento da resistência da madeira à deterioração.

PALAVRAS-CHAVE: creosoto, CCA, processo Bethell.

ABSTRACT

Woods of *Eucalyptus citriodora* and *Eucalyptus paniculata* were treated by pressure (Bethell process) with creosote, creosote/1% pentachlorophenol mixture and CCA-A and installed in decay and termite exposure sites.

Both species accepted the preservatives treatments very well, demonstrating that are able to be used like electrification poles.

After eight years of field exposure all treatments showed excellent performance, indicating that these treatments are effective against wood-destroying organisms under field conditions.

KEY WORDS: creosote, CCA, Bethell process.

1. INTRODUÇÃO

A política de incentivos fiscais para o reflorestamento proporcionou, nos últimos 20 anos, o plantio de várias espécies florestais, principalmente de exóticas pertencentes aos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, os quais se adaptaram muito bem às condições climáticas brasileiras.

Devido ao rápido crescimento, as florestas de eucaliptos, quando bem conduzidas, podem fornecer postes destinados à transmissão e distribuição de energia elétrica a partir do sétimo ou oitavo ano.

Contudo, o uso das madeiras de *Eucalyptus spp.*, em contato com o solo, requer um tratamento adequado para aumentar a sua vida útil, haja vista que estas espécies de rápido crescimento apresentam, geralmente, baixa durabilidade natural.

Visando estudar os aspectos da tratabilidade, da resistência natural e preservada da madeira de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* para utilização como postes de eletrificação, o Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA, com a cooperação da ACESITA ENERGÉTICA S.A. desenvolveu uma série de testes de impregnação sob pressão, utilizando dois preservativos oleossolúveis e um hidrossolúvel, respectivamente, creosoto, creosoto a 1% de pentaclorofenol e CCA-A.

Objetivou-se com este estudo determinar as características de tratabilidade da madeira das duas espécies de eucalipto e a eficiência de produtos preservativos por meio de ensaios de campo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostragem

As madeiras de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* utilizadas neste trabalho foram coletadas aleatoriamente de povoamentos da Acesita Energética S.A., com idades de 6, 10 e 13 anos, no município de Mesquita (MG), e cortadas em toretes de 1,30m de comprimento.

2.2. Preparo das amostras

No Laboratório de Produtos Florestais as amostras foram empilhadas e submetidas a uma secagem natural, sob cobertura, por um período de 90 dias.

Posteriormente à secagem, procedeu-se à seleção das amostras, onde foram eliminadas aquelas que apresentavam defeitos, tais como: ataque de fungo e/ou inseto, nós, tortuosidades, fortes rachaduras e/ou fendas.

Trinta amostras de cada espécie, medindo 1,30m de comprimento, tiveram os seus extremos (topos) selados com cola fenólica, para evitar a penetração longitudinal da solução preservativa durante o tratamento. Em seguida, determinou-se o volume de alburno (madeira tratável) das amostras, sendo estas codificadas e pesadas.

Objetivando obter subsídios para analisar o comportamento das espécies na preservação, realizou-se um estudo anatômico sobre a estrutura de cada espécie.

2.3. Tratamento preservativo

As amostras foram tratadas sob pressão, em uma planta piloto, utilizando os seguintes preservativos: creosoto, solução de creosoto a 1% de pentaclorofenol, ambos oleossolúveis, e CCA-A (base óxida) a 3%, hidrossolúvel.

O processo de preservação utilizado foi o de célula cheia (Bethell). O Quadro 1 resume as características dos tratamentos aplicados.

Quadro 1 – Características dos tratamentos aplicados às amostras de *E. citriodora* e *E. paniculata*.

Preservativo	Condição de Tratamento			
	Vácuo Inicial Durante 30 Minutos (mmHg)	Pressão Durante 5 Horas (kg/cm ²)	Vácuo Final Durante 30 Minutos (mmHg)	Temperatura (°C)
Creosoto/Creosoto 1% Pentaclorofenol	560	12	530	85-90
CCA-A	520	12	460	25 (ambiente)

Após preservadas, as amostras permaneceram em repouso por 24 horas. Posteriormente, novas medidas de peso foram realizadas para calcular a retenção dos preservativos na madeira.

As retenções calculadas foram expressas em quilograma (kg) de preservativo por metro cúbico (m³) de alburno. Neste trabalho, usaram-se como parâmetro os valores de retenção estabelecidos na norma NBR-8456 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO (2), que determina os seguintes valores mínimos de retenção para postes: 130kg/m³ para creosoto; 130kg/m³ para creosoto a 1% de pentaclorofenol e 9,6kg/m³ de ingredientes ativos para o CCA.

Para determinar a distribuição do preservativo na madeira, as amostras foram cortadas perpendicularmente ao comprimento, no centro da peça. Pulverizou-se uma solução de Cromazurol sobre a secção transversal da amostra tratada com CCA, possibilitando a visualização da penetração no interior da mesma. A distribuição do creosoto e do creosoto a 1% de pentaclorofenol foi avaliada imediatamente após o corte. Classificou-se a penetração em dois tipos básicos:

- Total uniforme (TU), quando a solução preservativa penetra em todo alburno;
- Parcial (P), quando a penetração apresenta qualquer tipo de falha causada por ausência de preservativo no alburno.

2.4. Ensaio de campo

Procedidas as análises de tratabilidade, as amostras, tratadas e não tratadas, foram implantadas, ao acaso, em dois campos de apodrecimento, com características distintas de clima e solo, situados nas seguintes localidades:

- Horto Florestal Mato Grosso, Ipatinga-MG
- Fazenda Água Limpa, Brasília-DF.

Anualmente todas as amostras são inspecionadas. Durante a inspeção a madeira é examinada, visualmente, quanto ao grau de ataque, atendendo a norma da ASTM D-2278/66 (reaprovada em 1980) (1):

Quadro 2 – Critério para avaliação do desempenho das amostras, segundo a norma da ASTM D-2278/66.

Nota	Descrição
10	Poste sadio
9	Ataque leve
7	Ataque moderado
4	Ataque intenso
0	Poste destruído

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos na preservação de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* com creosoto, creosoto a 1% de pentaclorofenol e CCA-A, encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

A avaliação do estado de sanidade das amostras de eucalipto referentes ao oitavo ano de implantação dos campos de apodrecimento encontra-se nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 1 – Madeiras de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* tratadas com creosoto.

Espécie	Idade (anos)	Número de Amostras	Umidade Média (%)	Retenção (kg/m ³)			Penetração
				Mfn.	Méd.	Máx.	
<i>E. citriodora</i>	13	10	15,5	138	173	212	TU
<i>E. paniculata</i>	13	10	14,5	148	199	268	TU

Tabela 2 – Madeiras de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* tratadas com creosoto a 1% de pentaclorofenol.

Espécie	Idade (anos)	Número de Amostras	Umidade Média (%)	Retenção (kg/m ³)			Penetração
				Mín.	Méd.	Máx.	
<i>E. citriodora</i>	6	10	21	168	283	385	TU
<i>E. paniculata</i>	13	10	22	98*	217	341	P

* Retenção abaixo da norma NBR-8456 da ABNT-INMETRO (2).

Tabela 3 – Madeiras de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* tratadas com CCA-A (base óxida) a 3%.

Espécie	Idade (anos)	Número de Amostras	Umidade Média (%)	Retenção (kg/m³)						Penetração
				Solução			Ing. Ativos			
				Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	
<i>E. citriodora</i>	6	10	21	306	344	402	9,0*	10,4	12,1	TU
<i>E. paniculata</i>	10	10	19	268	308	354	8,0*	9,2*	10,6	P

* Retenção abaixo da norma NBR-8456 da ABNT-INMETRO.

Tabela 4 – Condição das amostras de *Eucalyptus citriodora* tratadas e não tratadas após oito anos de implantação em campo de apodrecimento.

Preservativo	Local	Número de Amostras	Condição das Amostras (%)				Amostra Removida (%)	Vida Útil Média (anos)
			Boas	Fungo	Cupim	Fungo/Cupim		
Creosoto	DF	10	100	-	-	-	-	-
	MG	10	100	-	-	-	-	-
Creosoto a 1% de Pentaclorofenol	DF	10	100	-	-	-	-	-
	MG	10	100	-	-	-	-	-
CCA-A	DF	10	100	-	-	-	-	-
	MG	10	100	-	-	-	-	-
Testemunhas (não tratadas)	DF	10	-	-	20	80	100	5
	MG	10	-	10	20	70	100	5

Tabela 5 – Condição das amostras de *Eucalyptus paniculata* tratadas e não tratadas após oito anos de implantação em campo de apodrecimento.

Preservativo	Local	Número de Amostras	Condição das Amostras (%)				Amostra Removida (%)	Vida Útil Média (anos)
			Boas	Fungo	Cupim	Fungo/Cupim		
Creosoto	DF	10	100	-	-	-	-	-
	MG	10	100	-	-	-	-	-
Creosoto a 1% de Pentaclorofenol	DF	10	100	-	-	-	-	-
	MG	10	100	-	-	-	-	-
CCA-A	DF	10	100	-	-	-	-	-
	MG	10	100	-	-	-	-	-
Testemunhas (não tratadas)	DF	10	-	-	30	70	100	5
	MG	10	-	10	20	70	100	5

4. DISCUSSÃO

Considerando o valor mínimo de retenção, estipulado pela norma NBR-8456 ABNT-IN-METRO, e que a penetração do preservativo na madeira deve ser uniforme em todo o alburno,

verificou-se que as amostras de *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata*, com idade de 13 anos, comportaram-se de maneira semelhante e obtiveram resultados excelentes, haja vista que atenderam de forma suplementar aos critérios de retenção estabelecidos na norma anteriormente citada, e a penetração do preservativo em 100% das amostras foi total e uniforme.

No segundo tratamento, onde foi adicionado 1% de pentaclorofenol ao creosoto, observou-se que, juntamente com o decréscimo das idades de ambas as espécies, ocorreu um aumento na absorção do preservativo, em virtude do maior volume de albúrnio presente nessas amostras. Apesar dos valores de retenção elevados, duas amostras de *E. paniculata* apresentaram valores de retenção abaixo do estipulado pela norma NBR-8456, assim como a penetração em seis amostras apresentou-se de forma parcial. Esta pequena resistência da madeira à impregnação com preservativos pode ser causada por determinados caracteres anatômicos, presentes em diferentes quantidades nas espécies de madeiras estudadas.

A madeira tratada com CCA-A apresentou absorção de solução bastante superior aos demais tratamentos, revelando assim maior afinidade por este tipo de preservativo. Apesar disso, verificou-se que seis amostras de *E. paniculata* apresentaram retenções abaixo do estipulado pela norma e nove, penetração parcial. Com referência ao *E. citriodora*, somente uma das amostras apresentou retenção abaixo da norma. Esta maior incidência pode ser minimizada com uma pequena correção (aumento) na concentração da solução. A penetração deficiente mostra a resistência à impregnação oferecida pelas amostras de *E. paniculata*. Este fato pode ser atribuído à presença de determinados caracteres anatômicos, com destaque a tiloses, gomas e variação na inclinação da grã, que ocorrem com grande diversidade de comportamento entre as amostras e espécies, conforme constatado na análise anatômica. Outra possível causa de uma resposta diversificada na ocorrência de pontuações nas paredes radiais das fibras, dificultando o transporte de líquidos dos raios para as fibras localizadas internamente.

Apesar da constatação de amostras com retenções abaixo da norma para ambas as espécies, as mesmas podem ser consideradas aptas para preservação sob pressão. Além disso, simples medidas como aumentar a concentração das soluções preservativas hidrossolúveis, aumentar a temperatura dos preservativos oleosos, aumentar o tempo e o valor de vácuo inicial, aumentar a pressão podem melhorar substancialmente as características finais das espécies estudadas.

Com relação à eficiência dos tratamentos estudados, os testes de campo revelaram, ao final do oitavo ano, que as amostras preservadas de ambas as espécies permaneceram sadias, sendo que aquelas que obtiveram menores índices de retenção e penetração irregular apresentaram um ataque superficial de fungos, além dos desgastes causados pela ação constante do intemperismo, não comprometendo, contudo, os tratamentos aplicados.

5. CONCLUSÕES

- As espécies *Eucalyptus citriodora* e *E. paniculata* podem ser preservadas, sob pressão, com preservativos oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis.
- As espécies de eucalipto tratadas com preservativo hidrossolúvel apresentam absorção de solução maior que os outros preservativos.
- As amostras mais jovens de ambas as espécies apresentaram impregnação mais fácil, devido à presença de um volume maior de albúrnio.

- A pequena resistência à impregnação observada pelo *E. paniculata* deve-se, possivelmente, à presença de tiloses e outras substâncias nas cavidades celulares.
- Todas as amostras tratadas com creosoto, creosoto a 1% de pentaclorofenol e CCA apresentaram-se em ótimo estado de sanidade, revelando a eficácia desses preservativos no aumento da resistência da madeira à deterioração.
- Ambas as espécies e todos os tratamentos estudados, sob o ponto de vista de preservação, apresentaram-se aptos para utilização em postes de transmissão de energia elétrica.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a preciosa colaboração do Dr. Manoel Sobral Filho, na implantação do campo de apodrecimento, bem como a ajuda prestada pelos Técnicos Varlone Alves Martins, Maria Helena de Souza, Eduardo Santos Pereira, Raul Russov, Paulo Sérgio das Dores Teixeira, Zenon Lopes de Sousa e Moacir Barboza na execução deste trabalho, e a Dr^{ca} Lourdes Cobra Fedalto pelas análises anatômicas realizadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS. **Standard method for field evaluation of wood preservatives in round post-size specimens.** D-2278/66 (reapproved 1980). Philadelphia, ASTM, 1983. p. 472-480.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Postes de eucalipto preservados para redes de distribuição elétrica.** NBR-8456. Rio de Janeiro, ABNT, 1984.
- GJOVICK, L.R. & GUTZMER, D.I. **Comparison of wood preservatives in stake tests (1985 Progress Report).** Madison, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1986. 100p. (Research note FPF-02).
- HUNT, G.M. & GARRATT, G.A. **Wood preservation.** 2. ed. New York, McGraw Hill, 1953. 415p.
- KOLLMAN, F.F.P. & COTÉ JR., W.A. **Principles of wood science and technology. 1. Solid wood.** Berlim, Springer-Verlag, 1968. 592p.
- MENDES, A.S. **Preservação sob pressão de *Eucalyptus paniculata* e *E. Citriodora* para uso final como postes de eletrificação.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3^o, Manaus, 1978. Anais, São Paulo, SBS, 1978, p. 378-381.

REFÚGIO ANTÁRTICO

Cristina Engel de Alvarez*

Júlio E. de Melo**

*Arquiteta, Pesquisadora do Centro Tecnológico da UNISINOS – São Leopoldo-RS

**Engenheiro Civil, MSc. Laboratório de Produtos Florestais

RESUMO

Projeto e construção de um refúgio em madeira compensada e maciça, implantado na Ilha Elefante, Península Antártica. O refúgio possui uma área útil de 18m² (6m x 3m), dividido em ante-sala, sanitário, sala de estar/jantar e dormitório, com capacidade para abrigar até seis pesquisadores no verão antártico. A estrutura é em madeira maciça de cedro (*Cedrelinga catenaeformis*) com teor de umidade de aproximadamente 12%. O fechamento é feito por meio de painéis, tipo "sanduíche", compostos de duas partes externas de compensado e uma parte interna em placa de isopor.

PALAVRAS CHAVE: Antártica, madeira, construção, cálculo estrutural.

ABSTRACT

This paper presents the project and the building of a wooden refuge on the elephant island, antarctic Peninsula. The refuge extends through an area of 18 m² a sleeping room. It can house up to six researchers in the Antarctic summer. Its structure is made of cedar wood (*Cedrelinga catenaeformis*) with humidity near to 12% and the closure in panels "sandwich type" compound of two external parts made of pressed wood and one internal part with isopor.

KEY WORDS: Antarctic, wood, building, design.

1. INTRODUÇÃO

"... testemunhar os esforços que a ciência desenvolve nesse continente, que constitui a última fronteira a ser conquistada pela humanidade na Terra. Depois é o espaço."

LUIZ OSCAR MATZENBACHER

O Brasil marca presença na Antártica desde 1982, quando o corveta "Parnayba" fez observações sobre a passagem de Vênus pelo disco polar.

Em 1975 formalizou-se a adesão do Brasil ao Tratado Antártico, e 10 anos depois foi integrado como membro consultivo.

Em 1982 foi criado o PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro), e no verão 82/83 realizou-se a I Expedição Brasileira à Antártica. Ingressamos, agora, nos preparativos da Operação Antártica XI, que deverá ocorrer no verão de 92/93.

O interesse do Brasil no Continente Antártico não difere da maioria dos outros países membros do SCAR (Scientific Committee Antarctic Research): na área científica, através de pesquisas em geologia, biologia, oceanografia, cartografia, geofísica, física da estratosfera, meteorologia, bem como ciências secundárias de estudos indiretos; na área econômica, através da exploração minerológica e energética, já que a Antártica possui reservas de riquezas que estão se esgotando no resto do mundo. Embora a fauna e a flora não sejam ricas em elementos de interesse à exploração, o *krill*, pequeno camarão, com cerca de 7cm de comprimento, abundante na região, vem sendo explorado para ração animal. Na área política, a Antártica é vista como ponto estratégico e, por seu caráter pioneiro, desperta interesse nos meios de comunicação.

A Antártica é o quinto maior continente, com superfície 1,6 vez o tamanho do Brasil. No verão, sua área é de 14 milhões de quilômetros quadrados, e no inverno, esta área duplica em função do congelamento de grandes superfícies oceânicas.

Pode-se dividir a Antártica em duas partes: a Península Antártica e o Continente Antártico. A primeira, em função de sua localização, possui condições atmosféricas mais amenas e grande parte das bases e estações está aí instalada. No continente, quanto mais se avança, piores ficam as condições de sobrevivência.

Difícilmente poder-se-á falar da Antártica sem emoção. Não há como descrever tecnicamente a visão dos *icebergs* de gelo quaternário, da sensação de solidão, do silêncio, da pequenez humana. Como descrever os amistosos pinguins, os elefantes marinhos que urram assustadoramente, mas que se movem com lentidão cinematográfica? E a sensação de perda ao avistar-se a dança das baleias?

A Antártica ainda é um continente de mistério. Existem, por exemplo, na Ilha Decepción, lagos com temperatura de 25°C, enquanto ao redor zune um vento em torno de -10°C. Hoje, sabemos tratar-se de um fenômeno perfeitamente normal numa ilha vulcânica. Fatos como esse, porém, vistos por pescadores, no meio do século, serviam para alimentar a visão mística da região.

Na paisagem polar são freqüentes as ilusões de ótica provocadas pelos cristais de gelo na atmosfera, que produzem reflexos ilusórios devido à incidência de raios solares. O *Whi-*

theout é um fenômeno que provoca a perda de profundidade, não havendo percepção de contrastes de sombras, motivo pelo qual a aviação é pouco praticada. Mesmo em dia claro e limpo esse fenômeno pode ocorrer, fazendo com que se perca a noção de céu e terra, não permitindo ao piloto observar os relevos e a linha do horizonte.

O azul escuro do mar, o azul claro das geladeiras, o branco da neve recente e o preto das montanhas de rochas vulcânicas formam a paisagem antártica. Essa monocromia somente é interrompida pela visão dos muitos animais que povoam a região, de forma dócil e amistosa. Os pinguins, focas, leões-marinhos, petréis e *skuas* são os mais representativos da fauna antártica, sem esquecer o *ice fisch* (peixe-gelo) e o *krill*, que ocupa grande parte da pesquisa científica desenvolvida.

A flora é composta por líquens, musgos, algas marinhas e terrestres. Embora mais tímida do que a fauna, nem por isso é menos importante.

A Antártica, no entanto, não é só poesia. As dificuldades encontradas são muitas vezes marcantes, fazendo com que todo o romantismo venha de encontro à dura realidade do Continente Gelado. A constante instabilidade meteorológica faz com que as saídas a campo sejam quase sempre imprevisíveis, gerando tensão nos pesquisadores. Somente a convivência no cooperativismo torna possível manterem-se equilibradas as condições físicas e psicológicas do indivíduo. A sensação de solidão e isolamento é uma constante, que nem mesmo as lindas paisagens, sua fauna e suas lendas conseguem dissipar. São muitos os fatores que transformam a beleza das fotografias na dura realidade de convivência antártica. Conviver com seu clima frio e seco exige não só preparo físico e psicológico, mas também o indispensável apoio logístico, seja no vestuário, na alimentação, no transporte, seja no abrigo.

Este trabalho foi desenvolvido para atender a um dos objetivos do PROANTAR, que é dar apoio logístico necessário ao desenvolvimento da pesquisa no continente. Consta, basicamente, do planejamento, projeto e construção do Refúgio "Emílio Goeldi", implantado na Ilha Elefante durante a Operação Antártica VII (88/89).

2. JUSTIFICATIVA

Os primeiros passos do Brasil na Antártica foram, muitas vezes, desajeitados, porém, sempre com a força e a perseverança de quem ambiciona não somente andar, mas correr e, se possível, voar...

Em 1984, a Estação Antártica Comandante Ferraz foi inaugurada com oito modestos *containers* metálicos que supriam satisfatoriamente as necessidades da época. No verão 86/87, a Estação era composta por cerca de 45 módulos e utilizada por 25 pessoas entre civis e militares.

A crescente expansão do Programa Antártico Brasileiro e, conseqüentemente, de suas instalações, tornou necessária a pesquisa arquitetônica, com o objetivo em especial, de buscar soluções tecnológicas que respondessem ao programa de necessidades imposto, mas coerentes com o PROANTAR e com a disponibilidade de materiais no mercado nacional.

As pesquisas foram orientadas com o objetivo de surtir as necessidades de três tipos básicos de edificações:

1º) ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ – PLANO PILOTO – Planeja-

mento espacial da expansão da Estação, a fim de que o crescimento ocorra de forma metódica e funcional.

2º) REFÚGIO PERMANENTE – Planejamento e construção de edificações isoladas, com utilização somente no verão austral, tendo porém resistência estrutural aos condicionantes do inverno. São instalações que permanecem na Antártica durante todo o ano.

3º) REFÚGIO TEMPORAL – Planejamento e construção de edificações isoladas com utilização somente no verão austral, devendo ser facilmente desmontáveis, a fim de serem retiradas após cada período de utilização. São montadas em áreas de interesse temporário, permanecendo na Antártica somente durante o verão.

Não é possível falarmos em arquitetura na Antártica sem antes tomarmos conhecimento dos principais condicionantes envolvidos, bem como das características e particularidades da região, já que influenciarão de forma decisiva no resultado das edificações. Enfrentar condições adversas, transportes improvisados, ausência de apoio logístico e desconhecimento do sítio são alguns dos aspectos a serem considerados para quem constrói na Antártica. Além disso, a população alvo a que se destinam as edificações, por exemplo, pode ser formada por geólogos, biólogos, glaciologistas.

Algumas estruturas já se aproximam de uma forma aerodinâmica, como, por exemplo, a Base Científica Artigas (Uruguai), com edificações cilíndricas revestidas com material metálico, enquanto outras, tradicionalmente, utilizam a madeira como principal elemento, como é o caso da Estação Arctowski (Polônia), próxima à Estação brasileira.

Embora, no aspecto geral, haja uma grande preocupação ecológica por parte das nações envolvidas em atividades na Antártica, percebe-se, muitas vezes, influência negativa dessas edificações no meio ambiente, seja pela falta de tratamento do lixo, pela interferência da presença humana junto às colônias de aves e pinguins, seja mesmo pela destruição da rara flora existente.

3. METODOLOGIA – PROJETO E EXECUÇÃO

Os estudos relativos ao planejamento de construção de um refúgio permanente, em madeira, tiveram início em abril de 1987. Entretanto, somente em agosto de 1988, através de convênio entre a SECIRM (Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar), IBDF, atual IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos), foi possível efetivar a construção no Brasil, e posterior implantação na Antártica, do Refúgio "Emílio Goeldi".

O convênio possibilitou também, e principalmente, o estudo sistemático do comportamento da madeira submetida às condições antárticas, visando, em especial, à aplicabilidade quanto ao uso de edificações polares.

3.1 Projeto Arquitetônico

O Refúgio "Emílio Goeldi" possui uma área útil de 18m², dividida em quatro espaços distintos, conforme mostrado, a seguir, no quadro e na planta baixa da figura 1.

Espaço	Função	Mobiliário Básico
1. Ante-sala	Guarda provisória de agasalhos e botas. Barreiras entrada do ar frio exterior.	Cabides.
2. Sanitário	Sanitário	Vaso sanitário, pia, reservatório e cabides.
3. Estar/Jantar	Refeição (preparo e consumo) e estar.	Mesa desmontável, pia, fogão, geladeira, bancos, cadeiras e prateleiras.
4. Dormitório	Dormitório para 6 pessoas.	3 beliches, 2 armários, cortinas, luminárias.

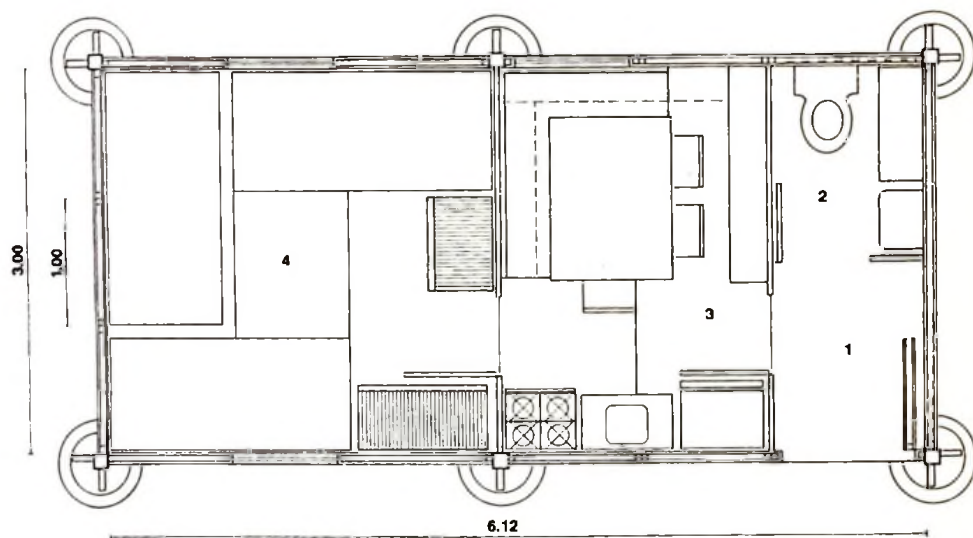


Figura 1 – Planta baixa do refúgio – 1. Ante-sala; 2. Sanitário; 3. Cozinha/Sala de Estar/Jantar, 4. Dormitório.

Além do refúgio propriamente dito, foi construída uma casa de máquinas com área de 2,0m x 2,0m, para guardar gerador de eletricidade, ferramentas, equipamentos manuseados diariamente e também para secar roupas, com o aproveitamento do calor proveniente do gerador.

O refúgio está construído acima do solo (cerca de 70cm), a fim de permitir a ventilação, evitando assim a umidade ascendente e o acúmulo de gelo comum no inverno e início de verão. Este espaço é utilizado também para guarda de alguns materiais e equipamentos necessários à manutenção do refúgio. A Figura 2 mostra um croqui perspectivo do refúgio.

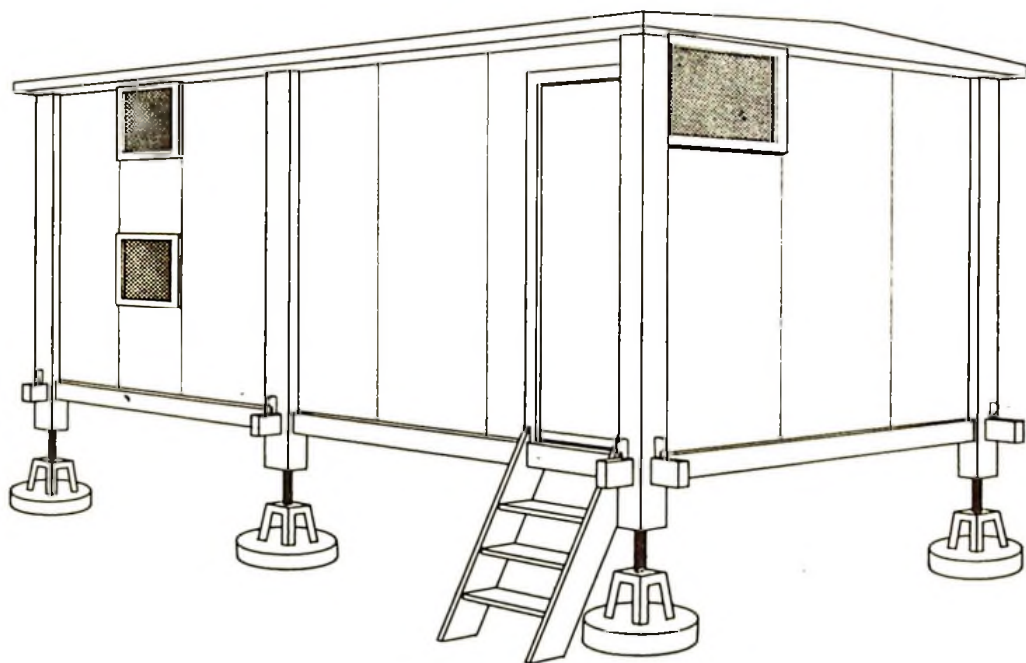


Figura 2 – Croqui perspectivo externo do Refúgio "Emílio Goeldi", Ilha Elefante – Antártica.

O local de implantação foi escolhido de forma que a sua construção e seu uso interferissem o mínimo possível na vida animal, abundante nas imediações, mesmo que em detrimento da comodidade de seus usuários.

Para proporcionar conforto térmico durante a ocupação no verão, considerando uma variação de temperatura de -12°C à 8°C , para efeito de dimensionamento, os painéis laterais ($1,00\text{m} \times 2,40\text{m}$), tipo "sanduíche", foram compostos por duas partes externas de compensado especial de 10mm e uma parte interna de isopor em chapa de 60mm, resultando numa espessura total de 80mm. Os painéis de piso ($1,00\text{m} \times 3,00\text{m}$) receberam compensados de 15mm, ficando com espessura de 140mm. Os painéis de cobertura ($1,00\text{m} \times 3,30\text{m}$), com compensado de 6mm, têm uma espessura máxima de 160mm na cumeeira. O sistema de encaixe entre os painéis é do tipo "macho/fêmea", exceto nas paredes divisórias, feitas em lambri.

As janelas tipo basculante, em vidro de 6mm duplo, formando colchão de ar, permitem ventilação higiênica e estão posicionadas de modo a evitar a sensação de clausura que, normalmente, os ambientes antárticos provocam.

Com espaços internos reduzidos e destinados a várias funções, o mobiliário foi especialmente desenhado, objetivando o máximo aproveitamento para guarda de material e flexibilidade necessária às diversas atividades desenvolvidas. Na sala de estar/jantar/cozinha, por exemplo, há mesa desmontável, bancos tipo "baú" e todas as paredes foram aproveitadas para servirem de prateleiras (Figura 3).

3.2 Projeto de Instalações

Instalou-se um gerador elétrico de 3 HP à diesel, para atender ao consumo de energia dos pontos de luz, "freezer" e de dois aquecedores elétricos. Durante a construção, porém, verificou-se que o calor humano em conjunto com o calor desprendido pelas luminárias e o uso do fogão a gás tornava desnecessário o uso de aquecedores, conforme previsto em projeto.

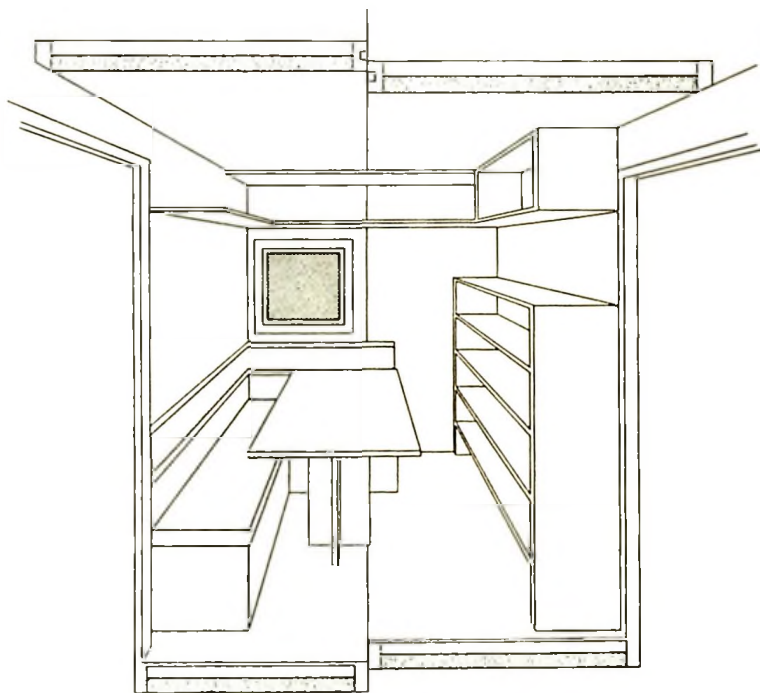


Figura 3 – Croqui perspectivo Interno – Sala de estar/jantar/cozinha.

As instalações hidráulicas da pia, ralo e vaso sanitário e pia da sala de estar/jantar foram canalizadas em tubos de PVC comum, com inclinação superior à convencional, até uma fossa/suvidouro de 1,0m de diâmetro, por 1,0m de profundidade.

3.3 Projeto Estrutural

Em função do transporte, estabilidade dimensional, resistência mecânica e disponibilidade

de no mercado de Brasília, a madeira de cedro (*Cedrelinga catenaeformis*), em condição seca (aproximadamente 12% de teor de umidade), foi usada na parte estrutural do refúgio e nas grades de armação de todos os painéis e esquadrias. A estrutura tem seis pilares de 12cm x 12cm, amarrados no piso por vigas de 6cm x 14cm, com ligações tipo encaixe com cavilha (Figura 4) e amarrados na cobertura com vigas de 6cm x 12cm, parafusadas na cabeça dos pilares. Sempre que possível, utilizou-se o sistema de encaixes, para evitar o uso de elementos metálicos.

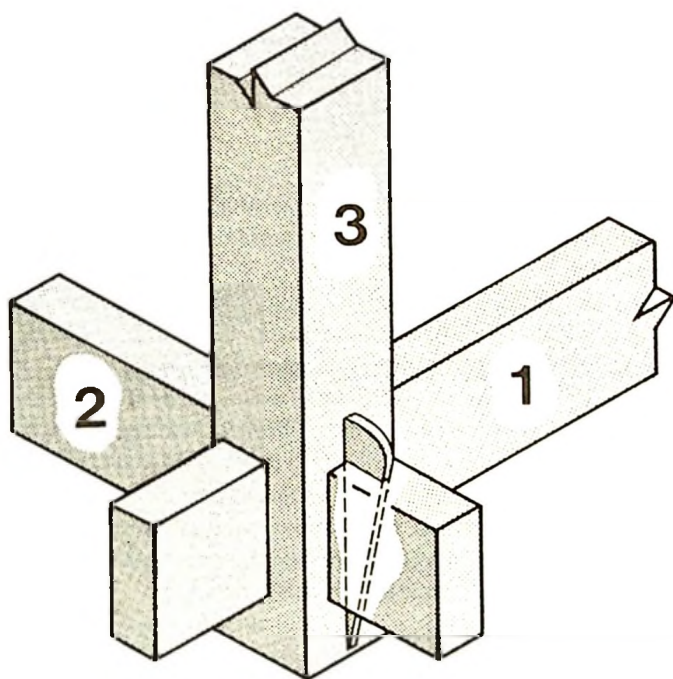


Figura 4 – Detalhe do encaixe estrutural. 1, e 2. Vigas inferiores; 3. Pilar; 4. Cavilha.

O tipo de solo comum na Antártica (permafrost) caracteriza-se por causar constantes e pequenas movimentações nas estruturas das edificações, provocando frestas ou fendas nas paredes e quebra de vidros. Em consequência, os pilares foram fixados em seis sapatas premoldadas de concreto armado, providas de parafusos niveladores, possibilitando o seu nivelamento, sem necessidade de terraplenagem. Este sistema permitirá corrigir o nível sempre que houver movimentações no solo. O peso das seis sapatas foi calculado para resistir a ventos de até 200 km/h, sem deslocamento do refúgio. A casa do gerador está fixada no solo por cabos de aço de 5mm de diâmetro.

Os painéis de cobertura estão fixados no vigaamento superior da estrutura, utilizando-se parafusos de 3/8", auto-atarrachantes, com cabeça sextavada. Sobre os painéis de cobertura, colocou-se uma lona plástica, posteriormente recoberta com chapas de alumínio de 0,5mm de es-

pessura por 1,0 m de largura, rebitas entre si e pregadas na parte inferior dos beirais de cobertura.

3.4 Tratamento Preservativo

Comprovadamente, a corrosão em peças metálicas na Antártica é bastante alta. Tal fato leva à supressão, ao máximo dos elementos metálicos e, na medida do possível, utiliza-se material galvanizado.

A madeira maciça e a madeira compensada foram pulverizadas com produto contra fungos e insetos, impermeabilizadas com selador para madeira. As partes aparentes receberam tinta a óleo. O piso do banheiro foi revestido com passadeira de borracha impermeável e antiderrapante.

3.5 Construção

O refúgio foi construído na carpintaria do Laboratório de Produtos Florestais, em Brasília. Inicialmente, prepararam-se os pilares e as vigas da estrutura; em seguida, confeccionaram-se os painéis e esquadrias.

Devido ao escasso tempo disponível, foi elaborado um cronograma físico de execução diário, de modo que o refúgio foi totalmente construído, desmontado, embalado e transportado de Brasília para o porto do Rio Grande – RS, em cerca de 50 dias.

Durante a construção, todas as peças receberam numeração de acordo com o projeto. Paralelamente, elaborou-se um esquema de sequência de montagem, a fim de evitar possíveis contratempos no local de instalação e racionalizar o uso do tempo disponível.

Embora contássemos com mão-de-obra especializada para a construção do refúgio em Brasília, para a montagem, na Antártica, não foi possível dispor dos mesmos elementos. A técnica construtiva, as instalações e os mobiliários tiveram que ser desenhados de maneira que a montagem fosse simples e sem necessidade de ajuste no local.

O refúgio foi montado na Antártica em 4 dias, incluindo instalações, mobiliário e equipamentos. Ressalte-se que a locação, a estrutura, o piso e a cobertura foram montados por 9 pessoas em apenas 10 horas.

3.6 Transporte

Utilizaram-se três tipos de transporte: terrestre (de Brasília ao porto do Rio Grande – RS), marítimo (do porto do Rio Grande – RS à Antártica pelo Napoc “Barão de Teffé”), e aéreo (helicóptero “esquilo”, duas turbinas, do navio ao local de implantação, na Ilha Elefante). Embora as partes terrestre e marítima não interferissem de forma decisiva no projeto, a parte aérea condicionou o dimensionamento de todos os elementos do refúgio, devido às limitações de peso e à área em exposição, impostas pelo transporte de carga externa em helicóptero. Foi recomendado peso máximo em cerca de 300 kg e área exposta em torno de 3m².

A inexistência de qualquer tipo de maquinaria em terra, que auxiliasse no transporte das peças e na montagem do refúgio, também influenciou no dimensionamento, já que deveríamos considerar somente a “força homem” em todo o trabalho a ser feito.

4. CONCLUSÕES

Com a experiência adquirida na visita a outras estações e na construção do Refúgio "Emílio Goeldi", percebe-se que a utilização da madeira, além de ter-se mostrado prática, atendendo a todos os condicionantes impostos, também gera um ambiente aconchegante que, aliado ao conforto térmico e à sensação de segurança que a estrutura em geral transmite, auxilia no equilíbrio emocional, absolutamente necessário em ambiente antártico.

A montagem total do refúgio ocorreu sem imprevistos ou ajustes nos seus diversos elementos, cujos dispositivos de ligações mais comuns foram os encaixes madeira com madeira. Isto se deve, provavelmente, ao uso de madeira seca (teor de umidade de aproximadamente 12%) e impermeabilizada, impedindo assim a troca de umidade com o meio ambiente.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, C. E. **Antártica: origem de uma nova arquitetura**. São Leopoldo, UNISINOS, 1986. 100p. Trabalho de Conclusão. (Arquiteto).
- BACILA, M. **Cartas da Antártica**. Curitiba, Ed. Universidade Federal do Paraná, 1985. 66p.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood Handbook** Wood as an engineering material. Washington, D.C., USDA – FS – FPL, 1974. 526p. (Agriculture Handbook, 72).
- HOYLE, R.J. **Wood Technology in the design of structures** Pullman, Washington, Washington State University, 1971. 312p.
- MATZENBACHER, L. O. **Antártica: Aventura e Realidade no Continente Ameaçado**. Porto Alegre, L & P, 1986. 120p.
- PARKER, B. C. **Conservation Problems in Antarctica**. Virginia, Allen Press Inc., 1972, 356p.
- PAYNE, R. J. **Plywood Construction Manual**. 2ª ed. Vancouver, Canadá. Consil of the Forest Industries of British Columbia, 1971. 346p.

AGLUTINANTES PARA BRIQUETAGEM DE CARVÃO VEGETAL**Paulo José Prudente Fontes****Waldir Ferreira Quirino****Floriano Pastore Júnior****

* Testes efetuados no Laboratório de Produtos Florestais, em 1984, e ainda não-divulgados.

** Eng^{os} Florestais – Laboratório de Produtos Florestais.

*** Oulmico M.Sc. – ex-Pesquisador do Laboratório de Produtos Florestais.

RESUMO

Pelo processo de briquetagem do carvão vegetal, ou seja, técnica de aglomeração e densificação deste combustível, consegue-se facilitar o transporte, o manuseio e a utilização do mesmo, sendo que, o estudo do melhor material ligante é fundamental no processo. Neste trabalho estudou-se o comportamento dos aglutinantes: resina sintética, breu, tanino, e ainda os equipamentos para confecção dos briquetes. Os briquetes apresentaram em média 1g/cm^3 de densidade, e resistência mecânica à compressão de 220kg/cm^2 .

PALAVRAS CHAVE: Compactação, biomassa, carbonização.

ABSTRACT

The briquetting charcoal is the technique of agglomerating and densifying this fuel. This technique can facilitate the transportation, handling and utilization of the charcoal. Also, the choice of the best linking material is fundamental for the success of this process. The present work studied the response of various agglutinatives such as synthetic resin, tannin, rosin. In addition the proper equipment for the briquet manufacture was studied. The briquets showed an average mean of 01g/cm^3 of density and compression strength of 220kg/cm^2 .

KEY WORDS: compactation, biomass, carbonization.

1. INTRODUÇÃO

A política energética brasileira pressupõe a ampliação da substituição do combustível importado por energia de fontes renováveis, sendo de interesse estratégico não só diversificar essas fontes, como também possibilitar o uso correto de suas potencialidades.

O Brasil é hoje o maior produtor mundial de carvão vegetal, com aproximadamente 12 milhões de toneladas/ano, segundo o Balanço Energético Nacional de 1990. Este insumo energético, além de ser amplamente utilizado pela siderurgia brasileira como termo redutor, é consumido nas indústrias cerâmica, cimenteira, alimentícia e também no setor doméstico. O carvão vegetal, sendo um combustível sólido de baixa densidade e elevada friabilidade, gera grande quantidade de finos na produção, durante o transporte e na estocagem. Além disso, pelas suas características, apresenta inconvenientes, como desuniformidade granulométrica e qualitativa, rápida combustão, implicando recargas a curtos intervalos de tempo e elevado custo de transporte.

Pela briquetagem do carvão vegetal, ou seja, técnica que envolve homogeneização, aglomeração e densificação de partículas de material sólido, consegue-se um combustível com homogeneidade granulométrica, bem maior densidade e resistência à geração de finos. O efeito de densificação proporcionado pela briquetagem produz um combustível com maior concentração energética por unidade de volume, que, aliado à resistência adquirida, viabiliza técnica e economicamente o transporte a distâncias maiores. Outra grande vantagem da briquetagem é a possibilidade de aproveitamento de resíduos ligno-celulósicos carbonizados em geral.

Na produção de briquetes de carvão vegetal, usa-se normalmente um aglutinante (cola) para facilitar e manter o empacotamento. Em princípio, qualquer adesivo pode ser utilizado como aglutinante, sendo a escolha feita geralmente em função do custo e da qualidade final desejada. Dependendo do uso final, os briquetes não devem ser confeccionados com aglutinantes poluentes, emissores de fumaça, etc. O estudo do melhor material ligante é de fundamental importância no processo de briquetagem. O aglutinante não deve prejudicar as características energéticas do carvão, diminuindo o rendimento calorífico, aumentando o teor de voláteis e cinzas, ou mesmo, ser usado em proporções que seu custo inviabilize economicamente o briquete.

Não obstante as reconhecidas vantagens do briquete de carvão vegetal, esta atividade industrial é pouco praticada e pouco pesquisada. O Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis vem realizando pesquisas que visam incentivar a briquetagem do carvão vegetal, dando especial atenção ao estudo dos aglutinantes, e promovendo também, junto a indústrias, convênios e projetos conjuntos para incentivo ao desenvolvimento de briquetadeiras brasileiras.

Este trabalho mostra os primeiros resultados dessa pesquisa, onde foi avaliado o comportamento de alguns aglutinantes como resina sintética, breu, lignina, cola de tanino, melaço de cana, alcatrão vegetal e bagaço de cana, além de variáveis como a granulometria do carvão, proporção de aglutinante, temperatura de prensagem e pressão de compactação, tanto por processo extrusivo como por compressão simples. Objetiva também este trabalho divulgar dados de pesquisas já obtidos no Laboratório de Produtos Florestais e ainda não-publicados.

2. CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Os briquetes de carvão vegetal produzidos nos EUA e na Europa são destinados ao consumo doméstico, principalmente nos meses de verão (maio a setembro). A produção mundial está em torno de um milhão de toneladas/ano, sendo que os EUA contribuem com cerca de 60% deste total. O aglutinante mais usado na produção destes briquetes é o amido industrial de milho não-refinado, sendo que um briquete para uso doméstico típico contém normalmente 85% de carvão vegetal, 6 a 10% de aglutinante (amido) e 5 a 8% de umidade. Os briquetes apresentam geralmente forma quadrada, com os cantos arredondados (tipo almofada), volume de 30cm³ e densidade na faixa de 0,4 a 0,7g/cm³. Os equipamentos utilizados na confecção destes briquetes são prensas de cilindros rotativos. Pela sua elevada capacidade de produção, podem atingir até 5 toneladas/hora.

O processo de fabricação destes briquetes divide-se em moagem e classificação do carvão; mistura do aglutinante; prensagem; e secagem dos briquetes. Uma das etapas mais críticas do processo é a adição do aglutinante. O carvão moído é transportado ao misturador onde recebe uma porcentagem de água e aglutinante (amido pré-gelatinizado). A proporção deste aglutinante é função da granulometria do carvão e da qualidade final desejada ao briquete.

A briquetagem do carvão vegetal com fins siderúrgicos não é praticada no exterior. No Brasil, têm-se realizado alguns testes, usando-se como aglutinante o melaço de cana em pó, dissolvido em água e aquecida a 70°C. Segundo ANTUNES (1), esses briquetes substituíram parcialmente (até 20%) o carvão vegetal com resultados satisfatórios no forno elétrico de redução e no alto-forno.

3. TESTES DE BRIQUETAGEM REALIZADOS PELO LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

Os resultados apresentados a seguir correspondem a testes aplicados aos briquetes de carvão vegetal produzidos, experimentalmente, no Laboratório de Produtos Florestais – LPF em 1984, com 3 diferentes aglutinantes.

- 1 – TS – resina termoplástica sintética, fabricada pela Petroquisa S.A., a partir de produtos petroquímicos, destinada à substituição do breu natural e comercializada com o nome de “Unilene a-80”.
- 2 – TN – resina termoplástica natural, breu obtido da destilação da resina de *Pinnus* spp.
- 3 – TA – resina termorrígida, preparada à base de tanino vegetal extraído da casca de Acácia negra.

Os briquetes de carvão vegetal utilizados nos testes de compressão, tamboramento e análise imediata foram produzidos em uma prensa hidráulica, de laboratório com aquecimento, utilizando uma pressão de 2.400kg/cm², granulometria de 80 mesh, concentração do aglutinante de 15% para o TS e TN e 10% para o TA, com temperatura de prensagem de 60°C para o TS e TN, e 80°C para o TA. O carvão vegetal utilizado na confecção dos briquetes é de lenha de cerrado, carbonizada em fornos de alvenaria. A Tabela 1 apresenta os resultados do teste de

compressão, tendo como variável o aglutinante. Os briquetes tinham o formato cilíndrico com 25mm de diâmetro e aproximadamente 40mm de altura, moldados em um pistão com êmbolo, submetido à pressão na prensa hidráulica.

Tabela 1 – Resultados do teste de compressão para briquetes de carvão vegetal com 3 tipos de aglutinantes.

Briquete	Densidade (g/cm ³)	Área de aplicação da carga (cm ²)	Força aplicada (kgf)	Tensão de ruptura (kgf/cm ²)
Carvão+TS	1,06	5,05	928	183,76
Carvão+TN	1,10	5,05	1.241	245,74
Carvão+TA	1.08	5,05	1.160	229,70

O teste de tamboramento é utilizado para avaliação da friabilidade do carvão vegetal, com base na proposta de norma sugerida por OLIVEIRA (1982). A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de tamboramento realizado em laboratório

Tabela 2 – Resultado do teste de tamboramento dos briquetes e do carvão vegetal utilizado na produção destes.

Material testado	Peso inicial (g)	Fração retida* (kgf)	Porcentagem de finos
Carvão vegetal**	501,20	439,20	12,37
Briquete carvão c/TA	515,00	500,30	2,85
Briquete carvão c/TS	514,10	487,50	5,17
Briquete carvão c/TN	497,70	476,53	4,26

* Fração retida em peneira de 12,7mm.

** Carvão já manuseado antes do teste.

A análise imediata do carvão vegetal, consistindo na determinação dos teores de carbono fixo, materiais voláteis, cinzas e umidade, foi efetuada pela norma ASTM D1762/64. A Tabela 3 apresenta os resultados desta análise para o carvão vegetal e briquetes.

Tabela 3 – Resultados da análise imediata para o carvão vegetal e briquetes com diferentes aglutinantes.

Material testado	Umidade (%)	Material volátil (%)	Carbono fixo (%)	Cinza (%)
Carvão vegetal	6,97	23,17	73,40	3,43
Briq. carv. c/TA	7,98	32,19	64,54	3,27
Briq. carv. c/TN	5,26	43,47	54,40	2,13
Briq. carv. c/TS	5,76	40,22	57,21	2,57

OBS.: Os cálculos foram feitos com base no peso seco.

Foram também efetuados testes de briquetagem de carvão vegetal em prensas extrusoras de uma indústria produtora destes equipamentos. Utilizou-se como aglutinante cola de tani no na proporção de 6%, obtendo-se briquetes com $1,29\text{g/cm}^3$ de densidade, 7,87% de finos abaixo de 12,7mm no teste de tamboramento de laboratório e 17,8% de conteúdo de umidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda mundial por energia cresce em proporções significantes, e a participação de fontes alternativas é muito grande nos países em desenvolvimento. O potencial brasileiro de produção de biomassa desperta o interesse internacional. Este fato leva a uma procura constante de outros países sobre a possibilidade de importação de carvão vegetal e/ou briquetes de carvão vegetal. A vantagem econômica da comercialização ou exportação do carvão manufaturado (briquete) sobre o carvão "in natura" é significativa. No comércio internacional, o briquete alcança preços aproximadamente 4 vezes superior ao preço que o carvão vegetal.

Por outro lado, a briquetagem do carvão viabiliza o aproveitamento da madeira dos desmatamentos das regiões Centro-Oeste e Amazônica, que não possuem nenhum tipo de aproveitamento. Viabiliza também o aproveitamento energético de maciços florestais homogêneos que estão muito distantes dos grandes centros industriais e de consumo.

Possibilita também, o aproveitamento dos resíduos de serraria e dos resíduos de culturas agrícolas, carbonizados ou não. Já existem indústrias briquetando todos seus resíduos sem serem carbonizados, em prensas de extrusão. Resíduos agroindustriais poderiam ser carbonizados e briquetados posteriormente, como é praticado no exterior.

A briquetagem do carvão vegetal deveria ser mais estudada e incentivada por programas específicos, pois a tecnologia de compactação não é sofisticada, sendo que a indústria brasileira possui plena capacidade para produzir os equipamentos envolvidos no processo. Equipamentos similares já são produzidos para outros ramos industriais, necessitando apenas de adaptações.

5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 – ANTUNES, R.C. Briquetagem de carvão vegetal. **Produção e Utilização de Carvão Vegetal**. Belo Horizonte. CETEC Outubro, 1982.
- 2 – BRASIL, MINISTÉRIO DA INFRA ESTRUTURA. Balanço energético nacional, Brasília, 1990. 144 pag.
- 3 – MESSMANN, H.C. & TIBBETTS, T.E. Elements of briqueting and agglomeration. Canada: Institute for Briqueting and Agglomeration, 1977. 105 pag.
- 4 – OLIVEIRA, J.B.; GOMES, P.A.; ALMEIDA, M.R. Estudos preliminares de normalização de testes de controle de qualidade do carvão vegetal. Belo Horizonte, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Carvão Vegetal. 1982.

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E DE CRESCIMENTO DO BAMBU

Waldir Ferreira Quirino

Eng^o Florestal – M. Sc.
Laboratório de Produtos Florestais

RESUMO

O Brasil, com as características privilegiadas que possui de clima, solo e disponibilidade de terras silviculturais, não deve desprezar a potencialidade de uma planta como o bambu. Seu rapidíssimo crescimento constitui uma possibilidade estratégica de o país expandir sua produção de fibra longa, ou mesmo ampliar a participação da biomassa como fonte primária no balanço energético nacional. Entretanto, o bambu surpreende pela sua versatilidade, apresentando uma multiplicidade de usos bastante expressiva, fato que poderia tornar-se significativo para um país em desenvolvimento como o Brasil. Esta monografia reúne informações técnicas e de crescimento do bambu, contribuindo para sua maior utilização.

PALAVRAS-CHAVE: bambu, gramíneas.

ABSTRACT

Brazil and its privileged characteristics regarding the climate, ground and the facilities for silvicultural lands should not despise the potential of such a plant like the bamboo. Its fantastic growth enables the country to expand its production of long fiber and even enlarge the participation of biomass as a primary source in the country's energetic balance. Moreover, the bamboo surprises for its versatility showing a very expressive variety of uses, fact which could become significant a developing country like Brazil. This monography has as its objective to gather technical information about the growth of the bammbu wich contributes to its larger utilization.

KEY WORDS: bamboo, bambusa

INTRODUÇÃO

Os bambus e os capins pertencem à família Gramineae, constituída por plantas monocotilêneas da ordem das glumifloras. O caule, caracterizado pelos nós salientes, chama-se colmo; as flores hermafroditas são insignificantes e envoltas em bracteolas, ditas glumelas, por fora das quais existem duas brácteas semelhantes, as glumas. Há três estames e um ovário súpero e uniovulado.

Estima-se que esta família possua 6.000 espécies, das quais 700-1000 sejam bambus englobados em 50 a 60 gêneros (UCHIMURA, (17)). UEDA (18) calcula existir no mundo uma reserva de 14 milhões de ha, sendo que 80% das florestas de bambu localizam-se nos países asiáticos. A maior área está na Índia com 9,57 milhões de ha (VARMAH, (20)), depois a China com 2,9 milhões de ha. No entanto, em alguns continentes, como África e Américas, muito pouco se conhece sobre bambus e poucos estudos estão sendo desenvolvidos.

Por meio de imagens de satélites, o projeto RADAMBRASIL identificou uma área de floresta no Acre associada com bambu, em proporções que variam de 20 a 80%, com extensão de 8,5 milhões de ha (AZZINI, (2)). As spp nativas de bambus estão presentes em todos os continentes, exceto na Europa (UCHIMURA, (17)). Segundo UEDA (18), o bambu teve grande influência na cultura dos povos asiáticos. Artefatos desse material, confeccionados a 8.000 anos a.C., são ainda encontrados em escavações arqueológicas.

O maior número de espécies é encontrado no continente asiático, proliferando nas mais variadas condições edafoclimáticas. No Brasil são encontradas várias espécies nativas, conhecidas vulgarmente por taboca, taquara, jatiboca, taquaraçu, bambu de espinho, conforme a região de ocorrência.

No Japão, desde 1919-20, o governo assumiu a responsabilidade de incrementar a produção de bambu. A área plantada, que em 1915 era de 122.000ha, chegou a 152.000ha em 1939. No período da guerra decaiu, chegando a 114.000 ha em 1947. A economia do pós-guerra baseou-se em atividade agrícola e florestal, onde o bambu foi largamente usado como material de construção. Em 1957, a área plantada atingiu 168.400ha. A partir da década de 60, a economia japonesa mudou para um modelo dependente do petróleo, fazendo com que a área plantada decrescesse, atingindo, em 1984, 111.791ha (AOKI, (1)). No Brasil existem empresas florestais que, individualmente, possuem florestas homogêneas de eucalipto com área bastante superior.

Uma característica marcante do bambu é a multiplicidade de usos, servindo desde objetos de adorno, decoração, utensílios domésticos, instrumentos musicais, móveis, armas, alimento, até material de construção em diversas formas (paredes, divisórias, estruturas, telhados, instalações hidráulicas). Alguns centros de pesquisa no Brasil e no exterior têm divulgado as qualidades do bambu como material estrutural, substituindo o aço no concreto, principalmente em construções rurais. Tal como a madeira, pode ser aproveitado energeticamente, tanto na queima direta como na produção de carvão, inclusive o carvão ativado. Pode ainda ser usado como planta ornamental, cercas vivas, ambientação, quebra-vento, construção de encostas e taludes, proteção contra assoreamento, etc. As áreas de bambuzais no Japão, diante de cataclismos, mostraram excelentes estabilidade, sofrendo menores estragos e deformações na superfície (AZZINI, (5)).

No surgimento da indústria papelreira na China, o bambu foi uma das primeiras matérias-primas e em maior escala empregada para obtenção da celulose. Por questões econômicas e de disponibilidade, esse material fibroso foi substituído por madeira nos países ocidentais de clima temperado, onde se desenvolveu toda tecnologia de produção da celulose e da fabricação do papel (AZZINI, (2)).

No Brasil, o bambu tem sido relegado a plano secundário como matéria-prima industrial, constituindo-se numa espécie vegetal relativamente pouco utilizada e estudada, tanto em suas características agrônomicas como tecnológicas. Deve-se ressaltar, entretanto, que nos últimos

anos o bambu vem ganhando importância econômica, principalmente na produção de fibras longas para indústria de celulose e papel, nas regiões Norte e Nordeste do país (AZZINI, (2)).

PRODUÇÃO E CRESCIMENTO DO BAMBU

A reprodução do bambu, em geral, ocorre assexuadamente. Uma intumescência surge no rizoma, formando um broto que evolui para um novo colmo. Um broto completa seu amadurecimento em três meses. A partir deste ponto, não engrossa mais, só alongando-se telescopicamente, ou seja, assemelha-se ao alongamento de uma antena telescópica de automóvel (UEDA, (18)). O período de alongamento ou crescimento de um colmo, segundo este mesmo autor, situa-se aproximadamente em 1 ano. O bambu não aumenta o diâmetro do colmo durante o crescimento pelo fato de não possuir câmbio e apresentar seus tecidos organizados em feixes de vasos, não dispondo, assim, de mecanismos para formar novas células, como as folhosas.

Espécies de grande tamanho com *Dendrocalamus giganteus* chegam a crescer mais de 1 metro em 24 horas (UEDA, (18)).

Segundo vários autores, os mecanismos que regulam a floração ainda são desconhecidos, devendo ser aclarados principalmente por meio de pesquisas biotecnológicas. Algumas observações curiosas são mencionadas sobre a floração. Quando uma espécie ou variedade floresce, a floração se manifesta em todos os locais ao mesmo tempo. Por exemplo, indivíduos de um mesmo clone, mesmo que levados para regiões distantes, como outros continentes, florescem numa mesma época, independente até de estação climática (AZZINI, (5)).

Segundo AZZINI (2), a propagação vegetativa do bambu pelo rizoma caracteriza dois grupos: os alastrantes, mais densos e tolerantes ao frio, incluindo gêneros como *Arundinaria* e *Phyllostachys*, e o que formam touceiras, geralmente tropicais e subtropicais, englobando gêneros como *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Guadua*. Uma consequência importante desta característica dos bambus é a sua propagação, que tem de ser feita por processos vegetativos, empregando-se o desmembramento das touceiras, processo que apesar de alta viabilidade é trabalhoso e de baixo rendimento. Em plantios comerciais utiliza-se o processo de estaquia do colmo. Madeira, Ciaramello e Castro, citados por AZZINI (2), obtiveram 99% de enraizamento utilizando estacas do colmo e 70,5% de enraizamento com estacas da base dos ramos em *Bambusa vulgaris* var. *vittata*. No entanto, em outras espécies não se reproduziu este resultado.

Apesar de o colmo completar seu crescimento por volta de 1 ano, imprimindo ao bambu a característica de planta anual, o adensamento do plantio leva mais tempo, pela emissão de novos brotos à medida que o rizoma se expande. Ocorre um adensamento da touceira. Sendo assim, possivelmente numa floresta de bambu processar-se-ão três tipos de corte: o seletivo, o destrutivo e o total. No destrutivo, como predomina na Índia segundo AZZINI (2), obtém-se o melhor rendimento, pois selecionam-se os colmos jovens que ficam na posição externa das touceiras. O corte total seria a colheita de todos os colmos das touceiras de uma só vez, como vem acontecendo atualmente no Brasil nos plantios comerciais, segundo AZZINI (5). O corte seletivo é o mais racional, diz o mesmo autor, pois colhe os colmos mais velhos, que já deram origem a outros colmos, mantendo-se assim a alta produtividade das touceiras.

A característica de planta C_4 atribuída aos bambus lhes confere grande adaptabilidade em solos pobres e arenosos, com baixo regime de chuvas e alta insolação, como acontece em plantios no Nordeste brasileiro, objetivando a produção de papel. Segundo TIEZEM, citado por ENGEL (7), as plantas C_4 apresentam alta saturação luminosa e maior requerimento energético para redução de CO_2 . Em relação à temperatura apresentam um ótimo a 30-45°C. Relativamente à concentração de CO_2 mostram ponto de compensação mais baixo. As plantas C_4 são mais eficientes no uso da água (g CO_2 absorvida/g H_2O perdida); menor condutância estomatal e altas taxas fotossintéticas. São menos exigentes e mais eficientes no uso de nitrogênio. Estas características fazem dos bambus plantas adaptáveis a regiões áridas. Mas, em sítios melhores, as suas produtividades são maiores.

IDENTIFICAÇÃO DOS BAMBUS

Devido à floração irregular da maioria das espécies de bambu, observa-se que a secção transversal dos brotos de ramos inseridos no colmo principal apresenta um desenho característico de cada gênero e/ou espécie, utiliza-se a anatomia nodal como instrumento de identificação e classificação. Como ilustra a Figura 1. Todos os elementos do futuro ramo já se apresentam neste broto, inclusive de outros ramos secundários com suas respectivas folhas, o que confere um desenho característico à secção transversal dos brotos de cada espécie (USUI, (19)).

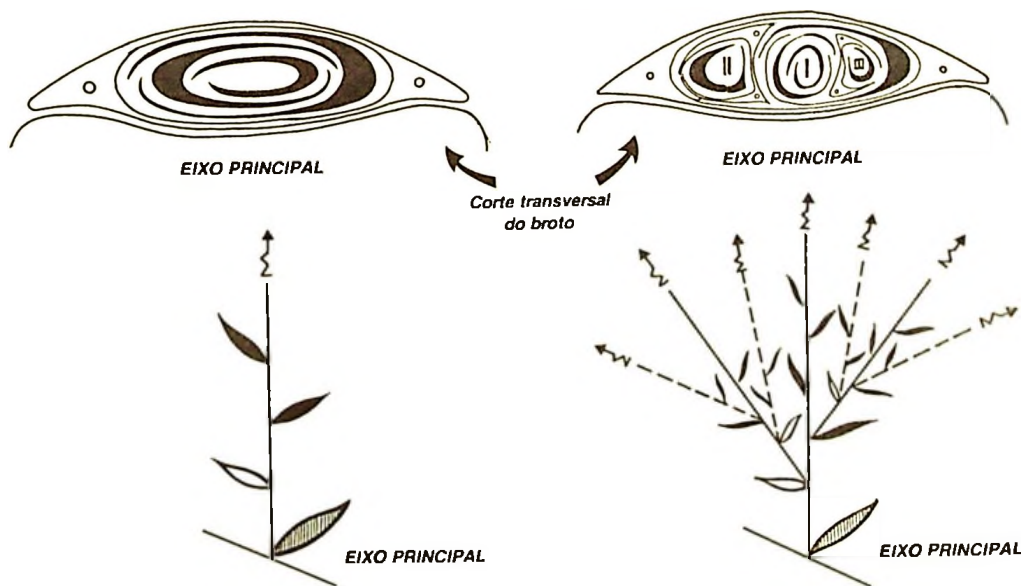


Figura 1 – Desenho esquemático da secção transversal dos brotos de ramos inseridos ao colmo principal. Fonte: USUI, (19).

Outra maneira também utilizada para a identificação de gêneros é a forma do rizoma, sua ramificação e modo da inserção do colmo no rizoma, como ilustra os desenhos da Figura 2.

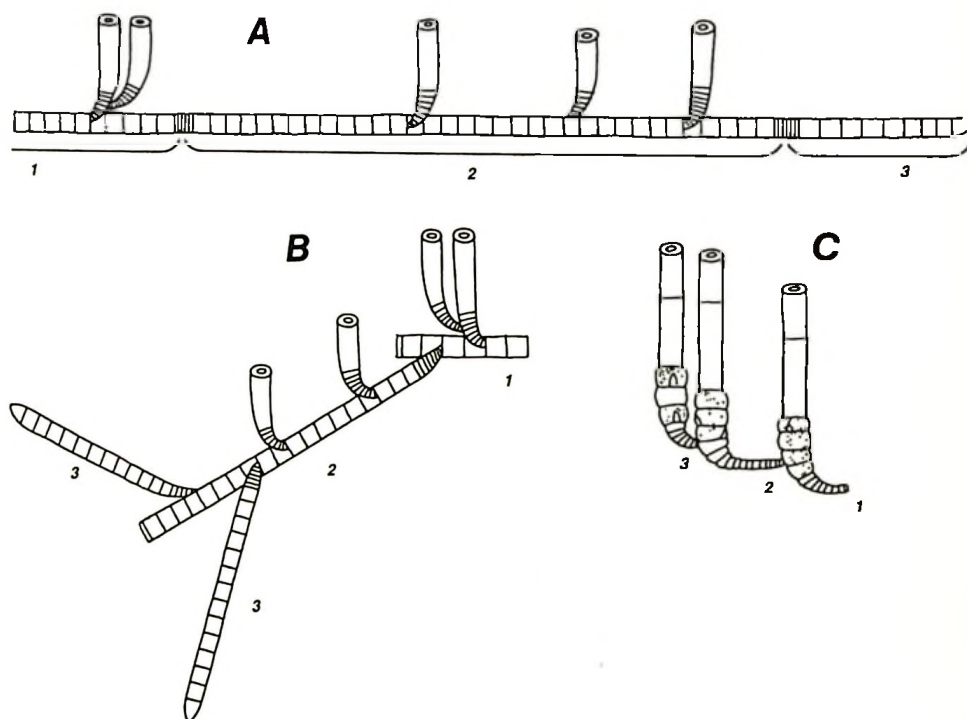


Figura 2 – Esquema de ramificação dos rizomas de A. *Sasamorpha borealis*; B. *Sasa kurilensis* e C. *Bambusa multiplex*.

Uma terceira maneira de identificação e classificação é baseada na organização dos elementos anatômicos, (GROSSER, (11)). A Figura 3 ilustra este fato.

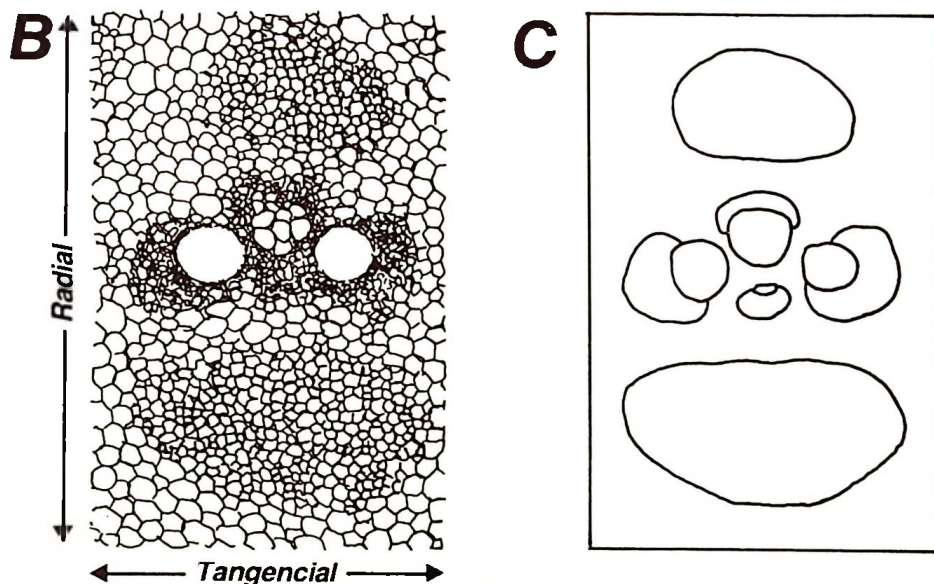


Figura 3 – Desenho formado pelos elementos dos feixes vasculares usado para identificação anatômica de espécies de bambus. Fonte: GROSSER, (11).

MORFOLOGIA E CARACTERÍSTICA DOS ELEMENTOS ANATÔMICOS

Morfológicamente, o bambu é constituído de tecido parenquimatososo, vasos e fibras. Esses elementos anatômicos são dispostos longitudinalmente em relação ao eixo do colmo, numa estrutura bastante compacta com ausência total de raios. As fibras e vasos apresentam-se aglomerados de forma característica, em feixes fibrovasculares, dispersos num tecido de células parenquimatosas. A Figura 4 ilustra a disposição dos elementos anatômicos no colmo e na formação dos feixes vasculares. As células do parênquima são de paredes finas e apresentam pequenas dimensões. MONTALVÃO FILHO *et alii* (13) mediram células de parênquima do *B. vulgaris*, afirmando ser o diâmetro de 15 a 45 μm e o comprimento de 30 a 140 μm . Já as fibras dessa espécie apresentam comprimento de 1,5 a 4,4mm com predominância média de 2,2 a 2,6mm e largura de 7 a 27 μm . Os elementos vasculares alcançam largura de 100 μm . As fibras possuem paredes bastante espessas, como se observa ainda na Figura 4, variando de 6 a 8 μm .

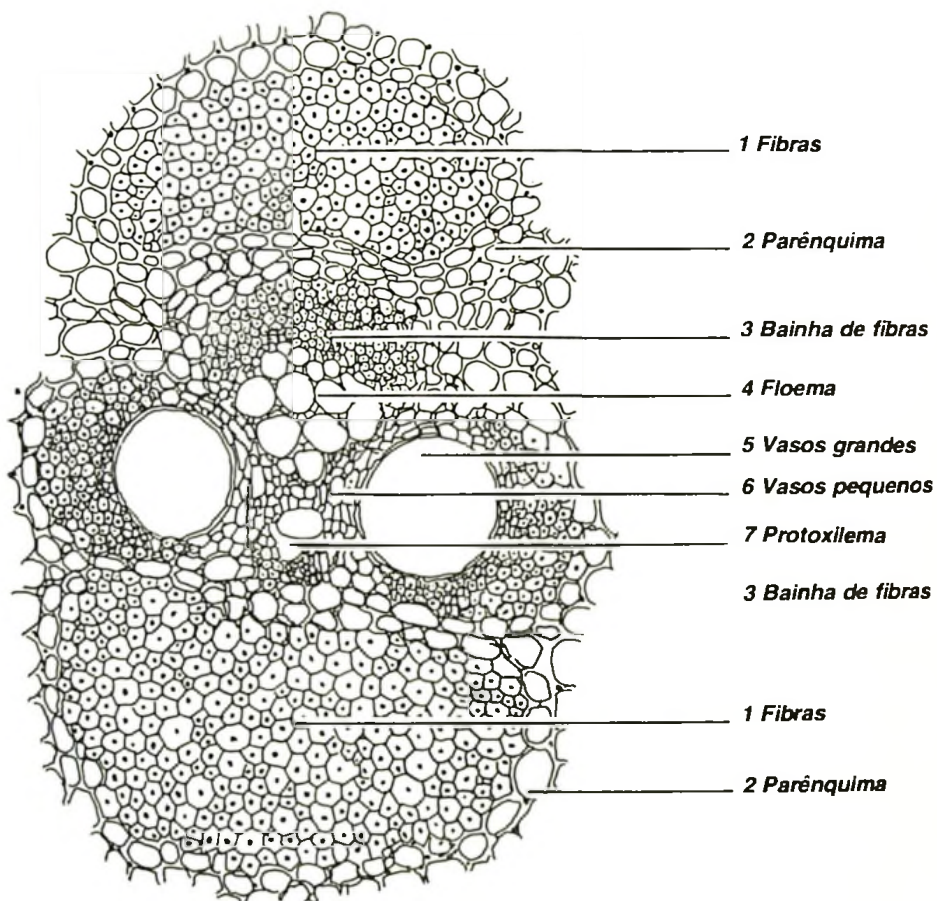


Figura 4 – Organização dos elementos anatômicos do bambu em feixes vasculares. Fonte: GROSSER, (11).

Segundo AZZINI (2), o comprimento das fibras do bambu, apesar de uma ampla variação, situa-se entre as folhosas e coníferas, podendo-se encontrar comprimento de fibra que se iguale ao de coníferas. O Quadro 1 ilustra a variação das dimensões das fibras de diferentes espécies de bambus.

Quadro 1 – Dimensão das fibras de diferentes spp de Bambus.

Spp	Comprimento (mm)	Largura (μ)	Diâmetro do Lúmen (μ)	Autor
<i>Bayog</i>	2,16	14	6	TAMOLANG, 1957
<i>Boho</i>	2,42	14	6	TAMOLANG, 1957
<i>Giant bamboo</i>	3,78	19	7	TAMOLANG, 1957
<i>B. blumeana</i>	2,33	17	4	TAMOLANG, 1957
<i>B. vulgaris</i>	2,87	17	7	GOMIDE, 1957
<i>B. blumeana</i>	2,59	15	2,5	BASIO-SPILOY, 1983
<i>D. latiflorus</i>	2,71	21,2	-	WANG, 1986
<i>P. makino</i>	2,05	16,2	-	WANG, 1986
<i>P. edulis</i>	2,14	18,2	-	WANG, 1986
<i>Gigant aspera</i>	3,05	21,2	6	ESPILOY, 1976
<i>P. elliotii</i>	3,34	45,75	31,08	GOMIDE, 1982

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de diversas fontes.

Composição do colmo de *Guadua flabellata*

- fibras brutas – 50%
- resíduo parenq. – 26%
- mat. sol. H₂O 25°C – 24% (amido)

Fonte: AZZINI, 1981

- Polissacarídeos (amido) – 29,92
- Pentosanas – 15,90%
- Açúcares solúveis (glicose) – 7,79%

MONTALVÃO FILHO *et alii* (13) verificaram que no *Bambusa vulgaris*, com 6,5 anos, o comprimento de fibra mostrou uma tendência de crescimento até uma meia altura do colmo, com decréscimo a partir daí até o topo. Os galhos apresentam fibras mais curtas. Foram encontradas no quarto inferior do colmo as fibras mais largas. Os ramos apresentam também fibras de menor diâmetro e no terço inferior do colmo estão fibras de maiores lúmens.

AZZINI *et alii* (17) estudando a variação do teor de fibras no colmo de *Bambusa vulgaris* Schrad, ao longo da altura e no sentido radial, verificaram que no sentido longitudinal o teor de fibras não varia significativamente, apresentando teor crescente de fibras do interior para a periferia no sentido radial. Isto se deve a um aumento da concentração de feixes vasculares, assim como uma diminuição do tamanho destes no sentido da periferia do colmo (WAI *et alii*, (22). O inverso acontece com o tecido parenquimatoso, que apresenta maior concentração na parte interna do colmo (AZZINI *et alii*, (7). Ver Quadro 2.

Quadro 2 – Variação da densidade básica, teor de fibras e amido no colmo de *Bambusa vulgaris* Schard.

Amostras de Ponto (altura)	Sentido axial			Sentido radial		
	Dens. bas. (g/cm ³)	Fibra (%)	Amido (%)	Dens. bas. (g/cm ³)	Fibra (%)	Amido (%)
Base	0,66b	40,1a	26,2a	0,91a	48,8a	20,0c
25%	0,74a	39,0a	26,9a	0,81b	43,3b	25,4d
50%	0,79a	37,8a	30,2a	0,73c	39,2c	29,7c
75%	0,80a	39,1a	30,1a	0,66c	35,0d	32,9b
100%	0,81a	38,7a	29,7a	0,69c	28,3e	35,1a

Fonte: AZZINI, ARRUDA, TOMAZELLO, SALGADO, CIARAMELLO, (4).

A espessa parede fibra é formada por diversas camadas "S", com ângulo fibrilar diferente, o que leva a um comportamento diferente da fibra da madeira quando em processo, no refino (WAI, *et alii* (22)). Isto é mostrada na Figura 5, onde a parede secundária é formada de camadas "S" alternadas entre largas e estreitas.

O comprimento das fibras de *B. vulgaris* é comparável ao das madeiras de coníferas, apresentando, entretanto, largura bem inferior à das fibras dessas madeiras (GOMIDE, *et alii*, (9)).

A variação das dimensões da fibra com idade em *Bambusa vulgaris* é mostrado no Quadro 3, onde pelos dados obtidos pelos autores não se pode atribuir um padrão de comportamento das dimensões com a idade.

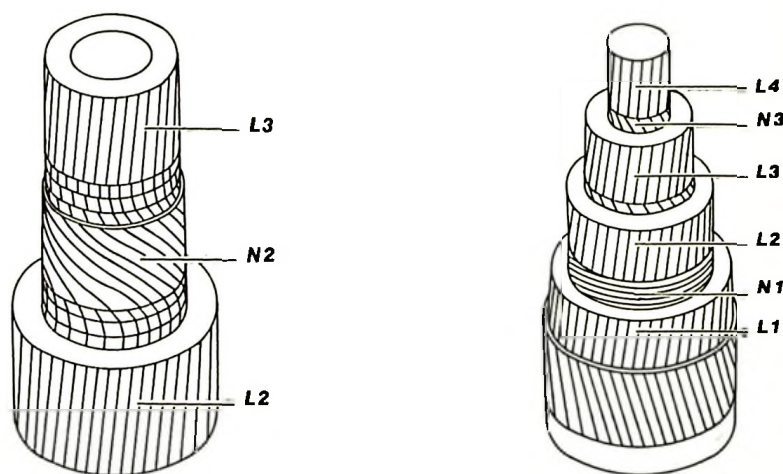


Figura 5 – Espessa parede da fibra de bambu formada por várias camadas "S", alternadas entre estreitas (N) e largas (L). Fonte: WAI, NANKO, MURAKAMI (22).

Quadro 3 – Variação das dimensões da fibra de *B. vulgaris* x idade.

Dimensão	Idade em anos				
	1	2	3	4	5
Comprimento (mm)	2,43	2,75	2,87	2,91	2,75
Largura (μ)	17,98	17,84	17,53	18,01	17,23
Ø lúmen (μ)	9,00	7,44	7,28	5,83	6,85

Fonte: GOMIDE *et alii*, (9).

ESPILOY & SASONDONCILLO (8) encontraram uma grande diferença no comprimento de fibras do nódulo e intermediária de *Gigantochloa aspera*. Uma pequena variação na largura das fibras nas duas posições também foi notada. Um decréscimo no comprimento das fibras da base para o topo é mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Características das fibras nodais (N) e internodais (I) de *Gigantochloa aspera* Kurtz.

Característica Morfológica da Fibra	Porção do colmo							
	Base		Meio		Topo		Média	
	I	N	I	N	I	N	I	N
Comprimento (mm)	3,15	1,56	3,09	1,49	2,91	1,48	3,05	1,51
Largura (μ)	20	25	22	24	21	24	21	24
D.L. (μ)	6	7	6	7	6	7	6	7
Espessura parede (μ)	7,2	8,8	7,7	8,7	7,7	8,3	7,5	8,8

Fonte: ESPILOY & SASONDONCILLO, (8) (Filipinas).

OBS.: 1. diminui comp. fibra com alt. no colmo; 2. comp. fibra nó, metade do internódio; 3. larg. fibra nó maior que internódio, Ø do lúmen.

Características físicas ao longo do colmo de *Gigantochloa aspera*.

Parâmetro	Base	Meio	Topo
Densidade	0,493	0,537	0,612
C.V.%	139,3	122,2	96,2
Flexão est. Verde	132,0	75,7	189,0
kg/cm ² Sar	81,0	85,2	139,0
Tensão rupt.	351	381	454
kg/cm ²	435	548	540

Fonte: ESPILOY & SASONDONCILLO (8).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS

As características físicas e químicas, ao lado das anatômicas, são importantes na qualidade da celulose e no rendimento dos processos de sua produção. Após ter-se concentrado as características anatômicas, é necessário discutir a composição destes elementos no colmo, assim como a densidade de diferentes espécies, o que é mostrado no Quadro 5.

Quadro 5 – Densidade básica, rendimento em celulose e teor de lignina de algumas espécies de bambu (valores médios).

Espécie	Densidade básica do colmo (1) (g/cm ³)	Rendimento em celulose (2) (%)	Teor de Lignina residual n° permanganato
<i>Bambusa vulgaris</i>	0,740	40,47	15,0
<i>B. vulgaris v. vittata</i>	0,730	41,01	14,7
<i>B. oldhami</i>	0,610	43,47	13,4
<i>B. nultans</i>	0,615	39,43	18,8
<i>B. tulda</i>	0,773	42,35	15,7
<i>B. beecheyana</i>	0,670	35,27	17,4
<i>B. tuldoidea</i>	0,620	42,53	17,8
<i>B. textilis</i>	0,690	43,75	18,3
<i>B. ventricosa</i>	0,640	41,74	17,6
<i>B. malingensis</i>	0,700	35,82	17,0
<i>B. dissimulator</i>	0,780	36,57	17,1
<i>Dendrocalamus asper</i>	0,599	33,99	16,2
<i>D. latiflorus</i>	0,683	38,00	15,7
<i>D. strictus</i>	0,667	37,19	16,2
<i>D. gingateus</i>	0,552	39,30	16,1
<i>B. stenoslachya</i>	0,753	38,49	14,3
Média	0,676	39,33	16,3

(1) Peso seco/volume saturado.

(2) Processo sulfato, 15% alcaliativo, 25% de sulfidez.

Fonte: AZZINI, (2).

Número de permanganato – branqueab. rel. e grau de designificação.

A densidade do tecido do colmo do bambu é superior ao do *Eucalyptus*, variando com a espécie e, segundo alguns autores, conforme posição no colmo. A importância da densidade no bambu, assim como na madeira, é um tanto indireta, estando mais relacionada com o que ela representa em termos de composição química e propriedades anatômicas. ESPILOY & SASONDONCILLO (8) encontraram significativas diferenças entre os elementos anatômicos do nó e do entrenó com foi mostrado no Quadro 4. AZZINI *et alii* (4) verificou que a densidade varia mais no sentido radial do colmo do que no sentido axial, como pode ser observado no quadro 2.

AZZINI (2) mostra no Quadro 6 a composição química do *Bambusa vulgaris*, comparando-o com outras três espécies de madeira (Eucalypto, Pinus e Araucária), onde se destaca a percentagem inferior de lignina no bambu, assim como o teor elevado de carboidratos em função do amido na sua composição, que é de 30%, segundo o mesmo autor.

Quadro 6 – Análise química de *B. vulgaris*, *E. saligna*, *P. elliotii* e *A. angustifolia* (média de fontes nacionais).

Análise	<i>B. vulgaris</i> (%)	<i>E. saligna</i> (%)	<i>P. elliotii</i> (%)	<i>A. angustifolia</i> (%)
Celulose (Cross e Bevan	49,2	54,6	55,5	58,3
Lignina	14,5	25,5	26,6	28,5
Pentosanas	22,3	16,4	7,1	6,1
Sol. soda 1%	33,4	14,8	16,9	10,6
Solub. H ₂ O quente	15,0	1,6	3,8	2,5
Solub. alc. benz.	5,2	1,4	6,7	0,9
Cinzas	1,8	0,3	0,3	0,3

O Quadro 7 mostra a composição química de cinco espécies de bambus filipinos, destacando o elevado teor (médio) de holocelulose, a baixa porcentagem de lignina e o elevado teor de cinzas, principalmente sílica, a qual influi negativamente no processo de produção de celulose.

Quadro 7 – Análise química de cinco spp de Bambus das Filipinas (% em base seca)

Parâmetro	A	B	C	D	E	Média
Cinzas	4,2	9,5	4,2	2,4	4,8	5,0
Estrativos em álcool-benzeno	3,6	1,7	5,8	4,1	3,1	3,7
Solúveis em água quente (after 2)	3,4	4,4	4,1	5,1	4,3	4,3
Solúveis em água quente (prior)	6,1	5,6	6,9	7,8	7,0	6,7
Lignina	24,2	20,6	23,5	21,9	20,4	22,1
Holocelulose	64,6	63,8	62,4	66,5	67,4	64,9
Pentosanas	23,8	21,5	20,1	21,1	19,0	21,1
Sílica	2,1	7,5	2,1	1,1	3,4	3,2
Solubilidade 1% H ₂ O	26,1	28,1	13,1	27,7	39,5	26,9

Fonte: PHILIP, JOUR. SC. 87(2): 125 In: SPILOY & SASONDONCILLO (8).

C – *Gigantochloa aspera*

D – *B. blumeana*

PRODUÇÃO DE PASTA CELULÓSICA DE BAMBU E SUAS CARACTERÍSTICAS

A produção mundial de pasta celulósica em 1982 foi de 920.000 toneladas, segundo RODÉS (15). O Brasil participou com 3,4%, correspondendo a 33x103 toneladas. Toda a produção brasileira de pasta química e semiquímica não-branqueada, é mostrada no Quadro 8. Essa produção apresentou uma tendência de crescimento, nas duas últimas décadas, conforme pode ser notado no Quadro 9.

Quadro 8 – Produção brasileira de pasta celulósica de bambu.

Tipo	1986 (t)	1987 (t)
Pasta química sulfato	1.265	0
Pasta química soda	29.230	36.872
Pasta semiquímica		
Sulfito neutro	1.000	1.097

Fonte: ANFPC – Anuário Estatístico, 1988.

Quadro 9 – Produção anual de pasta celulósica de bambu e culturas anuais no Brasil (em 10³ toneladas).

(Em 10³t)

Ano Produção	75	76	77	78	79	80	81	82	86	87
Bambu	17	14	19	17	22	27	29	33	31	38
Plantas anuais	89	78	102	124	144	134	121	129	-	-

Fonte: ANFPC – Anuário Estatístico, 1988.

Definidos os processos empregados na produção de pasta celulósica de bambu, pode-se analisar fatores que influenciam na qualidade da pasta. Analisando-se o tamanho de cavaco de *Bambusa vulgaris* ideal para o processo kraft (em laboratório), AZZINI (3) verificou que os melhores resultados em termos de rendimento depurado, porcentagem de rejeitos, número kappa e alvura da celulose foram conseguidos com cavacos de 6,0 x 0,8 x 0,6cm. Os valores médios obtidos para estas características foram, respectivamente, 42,20%, 1,15%, 51,60% e 12,50%.

GOMIDE, COLODETTE & OLIVEIRA (10) compararam as pastas obtidas de *Pinus eliotii* e *Bambusa vulgaris* pelo cozimento kraft, em face das semelhanças de comprimento de fibras das duas matérias-primas. Para se obter polpa celulósica de *Bambusa vulgaris* com al-

las resistências foi realizada uma forte designificação (n° kappa = 23,4). O Quadro 10 mostra os resultados obtidos.

Quadro 10 – Número kappa e rendimentos das polpas celulósicas kappa de *Bambusa vulgaris* e *Pinus elliotti*.

Propriedade	<i>B. vulgaris</i>	<i>P. elliottii</i>
N ^o kappa	23,4	46,4
Rendimentos		
Total	37,0%	50,2%
Depurado	36,5%	50,1%
Rejeitos	0,5%	0,1%

Fonte: GOMIDE *et alii*, (10).

Segundo GOMIDE *et alii* (10), o *B. vulgaris* demonstrou maior facilidade de refino que o *P. elliottii*, indicando que para um mesmo grau de refino o bambu requer menos energia que o *Pinus*. A polpa de *Pinus* mostrou maiores densidades para um mesmo tempo de refino. O *B. vulgaris* apresentou maiores resistências à tração e ao arrebentamento para um mesmo tempo de refino. Em baixos tempos de refino, a polpa de *Bambusa vulgaris* apresentou maiores resistências ao rasgo, invertendo-se esta posição com tempos superiores a 33 minutos.

AZZINI (3) obteve os rendimentos e o n° kappa de *Bambusa vulgaris* mediante dois processos, concluindo não haver muita diferença entre eles, além do que o processo monossulfito já não está sendo mais usado.

Quadro 11 – Valores médios para rendimento bruto, depurado, porcentagem de rejeitos e n° kappa no cozimento.

Cozimento	Rendimento Bruto (%)	Rendimento depurado (%)	Porcentagem de rejeitos (%)	N ^o kappa (%)
Monossulfito	50,51	38,05	13,54	81,32
kraft	43,90	42,44	1,46	69,01

Fonte: AZZINI (3).

Ao investigar a influência do tempo de refino nas características físico-mecânicas, AZZINI (3) verificou que, aumentando-se o grau de refino de pasta (°S R), havia uma redução na resistência ao rasgo e aumento na resistência ao estouro, tração, alongamento dobras e porosidade, influenciando muito pouco, ou quase nada no peso específico, na alvura e na opacidade da pasta. Consideraram-se tempos de refino de 45, 60 e 75 minutos. O Quadro 12 mostra uma parcela destes resultados.

Quadro 12 – Propriedades físico-mecânicas da pasta celulósica de *B. vulgaris* em tempos de moagem de 45, 60 e 75 minutos pelo processo kraft.

Refinação (°5 R)			Rasgo (g)			Estouro (Nº)			Tração (km)			Alongamento (%)		
45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75
29	44	54	238	217	193	2,8	2,9	3,6	4,8	5,2	5,2	1,6	1,9	2,1

Fonte: AZZINI (3).

Avaliando a polpação de resíduo de bambu pelo processo alcalino, WANG (21) concluiu que uma pequena quantidade de autraquinona adicionada ao alcali-ativo não só aumenta a produção de polpa como também incrementa a taxa de deslignificação. O efeito da antraquinona é mais significativo em baixo alcali-ativo.

CONCLUSÃO

O bambu, planta de crescimento, muito rápido, constitui uma possibilidade estratégica do Brasil expandir sua produção de fibra longa. O Pinus, fonte de fibra longa, além do crescimento muito lento, não é indicado, silviculturalmente, para reflorestamento em várias regiões do território nacional. Aliado a esses fatores está a potencialidade do território nacional quase que totalmente situado na faixa intertropical e com altitudes não muito elevadas, extremamente favorável ao bambu, que já ocorre até espontaneamente, como mencionado na introdução. Apesar dessas considerações, recorde-se que a cultura ainda está pouco dominada, o que poderá vir a ser a chave de seu melhor aproveitamento no futuro.

BIBLIOGRAFIA

- 1 – AOKI, T. Present circumstances of bamboo industry in Japan and counter measure for problems. Bamboo Journal, Japan, March (4), 1987. (2-22).
- 2 – AZZINI, A. & SALGADO, A.L.B. Possibilidades agrícolas e industriais do bambu. O Agrônomo, Campinas-SP (33) 1981.
- 3 – AZZINI, A. Influência das dimensões dos cavacos de *Bambusa vulgaris* Schrad no rendimento, porcentagem de rejeitos, nº kappa e alvura da celulose obtida pelo processo sulfato. Instituto Agrônomo de Campinas. S.D.
- 4 – AZZINI, A.; ARRUDA, M.C.Q.; TOMAZELLO FILHO, M.; SALGADO, A.B.L.; CIARAMELLO, D.. Variações dos teores de fibras celulósicas e amido no colmo de bambu. Bragantia, Campinas, 46 (1): 141-145, 1987.
- 5 – AZZINI, A. Informações pessoais, 1989.

- 6 – BASIO-ESPILOY, Z. Specific gravity, silica content and fiber measurements in kanayan-Tinik (*Bambusa blumeana* Blume Ex Schultes). Forest Products – FPDJ, NSTA Technology Journal. Apr-June (42-74, p.).
- 7 – ENGEL, V.L. Sistemas fotossintéticos e implicações silviculturais. ESALQ/USP. Piracicaba, 1986. 30 p. (Seminário apresentado à Disciplina de P.G. LCF 717 - Ecologia Florestal).
- 8 – ESPILOY, Z.B.; SASONDONCILLO, R.S. Some characteristics and properties of Giant Bamboo (*Gigantochloa aspera* kurz) Forpride Digest, vol VII nº 4. Phillippines. 1976 (pages 34-40).
- 9 – GOMIDE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. de; COLODETTE, J.L. Influência da idade do *Bambusa vulgaris* nas suas características químicas e anatômicas, visando a produção de polpa celulósica. Universidade Federal de Viçosa. Depto. de Eng. Florestal. Datilografado. 1985.
- 10 – GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. de. Estudos das potencialidades do *Bambusa vulgaris* para produção de papéis tipo kraft. O papel, 28 (7) 38-42, São Paulo, jul/1982.
- 11 – GROSSER, R.H. Notas de aula e informações pessoais. Professor da Universidade de Hamburgo. Alemanha. 1988.
- 12 – HAGEMAN, R.H.; FERRER DELGADO, R.; CHILDERS, N.F. The use of dynamite in lifting bamboo clumps for propagation. Tropical Agriculture Trinidad. XXVI: 7-12, 122-123, 1949.
- 13 – MONTALVÃO FILHO, A; GOMIDE, J.L.; CONDÉ, A.R. Variabilidade da Constituição Química e das Características Dimensionais das Fibras do *Bambusa vulgaris*. Revista Árvore 8 (1): 12-27.
- 14 – PARAMESWARAN, N.; LIESE, W. The fine structure of Bamboo. In: XVII IUFRO. World Congress kyoto (Proceeding Group 5.34 – Production and utilization of Bamboo and Related Species). 178-183 page. Japan. September, 1981.
- 15 – RODÉS, L. Plantas fibrosas anuais. (Centro Técnico em Celulose e Papel) – IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. (Trabalho apresentado à APFPC) São Paulo. Mar, 1984.
- 16 – UCHIMURA, E. Bamboo cultivation in Bamboo research in Asia. Proceedings of a workshop held in Singapore, 28-30 May. 1980. p. 151-160.
- 17 – UCHIMURA, E. Growth and characteristics of some tropical bamboos. Bamboo Journal, Japan, March (4), 1987. (51-60).
- 18 – UEDA, K. Looking at a bamboo again and its practical use. Bamboo, Japan, March (4), 1987.
- 19 – USUI, H. Phytoneny of Japanese bamboos based of nodal anatomy. Bamboo Journal, Japan, 1987. March (4) p. 33-50.
- 20 – VARMAH, J.C.; BAHADUR, K.N.. Country report and status of research on bamboos in India. Indian Forest Records (Botany), 6 (1), 1980, 28 p.

- 21 – WANG, H. The application of Anthraquinone in the pulping of Bamboo waste. In: XVII IU-FRO World Congress Kyoto (Proceeding Group 5.3A. Production and utilization of Bamboo and Related Species) 131-135. Japan. September. 1981.
- 22 – WAI, N.N.; NANKO, H.; MURAKAMI, K. A Morphological study on the behavior of bamboo pulp fibers in the beating process. Wood Science and Technology. 19: 211-222. Springer-Verlag. 1985.

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE PEÇAS DE MADEIRA COLADAS EXPOSTAS A BAIXAS TEMPERATURAS

*Cristina Engel de Alvarez**
*Divino Eterno Teixeira***
*Júlio Eustáquio de Melo****

*Arquiteta – Universidade do Vale do Rio de Sinos – UNISINOS, R.G. do Sul.

**Eng^o Florestal – Laboratório de Produtos Florestais.

***Eng^o Civil – Laboratório de Produtos Florestais.

RESUMO

O Brasil só recentemente vem utilizando a madeira como um dos materiais potencialmente favoráveis à construção de módulos laboratoriais e/ou habitacionais na Antártica. Isto se deve aos resultados alcançados desde a implantação, em 1989, do Refúgio Emílio Goeldi, a primeira experiência do convênio CIRM/UNISINOS/IBAMA.

A falta de informações e de pesquisas sistemáticas sobre o comportamento dos materiais expostos a baixas temperaturas e, por outro lado, as observações das equipes da UNISINOS e do IBAMA, em repetidas viagens à região Antártica, motivaram a execução deste trabalho. Objetiva-se assim não somente analisar os resultados dos ensaios, mas também testar a metodologia desenvolvida, a fim de aplicá-la a outros materiais semelhantes e igualmente importantes para as atividades de edificações na Antártica.

Foram analisados inicialmente o comportamento do cedro (*Cedrela odorata*) e do mogno (*Swietenia macrophylla*), sendo a colagem das amostras executada com cola Cascophen RS (fenol-formaldeído) da Alba Química.

Os corpos-de-prova, ambientados em condições semelhantes às da Península Antártica, foram mantidos climatizados por até 180 dias, sendo testados e seus resultados comparados à testemunha.

1. INTRODUÇÃO

As condições inóspitas da Antártica, onde o homem é um elemento alienígena ao ecossistema natural, têm mostrado a necessidade de as nações promoverem estudos logísticos e ambientais. A verdade, no entanto, é que poucas vêm desenvolvendo pesquisas sistemáticas neste sentido. Os fortes ventos da região – que alcançam facilmente a marca de 200km/h –, associados à temperatura de até $-88,7^{\circ}\text{C}$, registrada, por exemplo, na Base Russa Vostok, tornam essenciais as pesquisas arquitetônicas, principalmente em relação a um maior conhecimento dos materiais a serem utilizados para as edificações.

Os interesses no Continente Branco abrangem desde o político/estratégico até o científico e o econômico, devido a sua importante localização geográfica, suas riquezas minerais e energéticas e sua especial condição de laboratório natural.

O Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR – foi criado em 1982, e no final do mesmo ano implantaram-se oito modestos “containers” metálicos que compunham a Estação Antártica Comandante Ferraz. Atualmente, além desta Estação – que comporta cerca de 50 módulos –, o PROANTAR implantou quatro refúgios localizados em ilhas de interesse científico, exigindo assim estudos específicos para um crescimento seguro e ordenado. Ressalte-se que a Estação se encontra na Península Antártica (lat. 62°05' S., long. 58°23' 5"W), sob condições bem mais amenas que as registradas no interior do Continente, onde se localiza a Base Vostok.

Em 1987, a UNISINOS iniciou pesquisa relativa à utilização de madeira para edificações brasileiras na Antártica, ao mesmo tempo em que o físico Mário Rabello de Souza, pesquisador do Laboratório de Produtos Florestais, vinculado ao atual Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, realizava as primeiras experiências associando a resistência mecânica da madeira às baixas temperaturas.

No ano seguinte, somados os esforços da UNISINOS e do IBAMA, mediante convênio com a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM, foi possível estabelecer-se o planejamento, a construção e a implantação na Antártica de um refúgio permanente, estruturado em madeira, denominado Refúgio Emílio Goeldi. Embora desde então outros módulos semelhantes tenham sido produzidos, resultantes do mesmo convênio, o Refúgio tem servido de referência para observações de comportamento dos diversos materiais utilizados, tanto em relação à resistência específica, como, principalmente, para verificar o conforto térmico alcançado.

Para efeito de cálculo estrutural e térmico, foram adotadas as temperaturas máximas de -20°C a +9°C, com ventos máximos de 250km/h, em especial, por se tratar de um módulo a ser utilizado somente no verão Antártico, ou seja, de novembro a março.

2. OBJETIVOS

Com a implantação de novos módulos estruturados em madeira, sentimos a necessidade de estudos sistemáticos de análise de comportamento dos diversos materiais até então adotados e observados empiricamente.

De início, optamos pelo estudo de resistência da cola utilizada nas peças de madeira, porquanto, com relação à resistência físico/mecânica da madeira, alguns ensaios já haviam sido executados pelo físico Mário Rabello de Souza.

Sendo testada e aprovada a metodologia adotada, será ensaiada, para o mesmo fim, a resistência da cola em compensados, já que os painéis que compõem os módulos são desse material.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Analizou-se, inicialmente, o comportamento do cedro (*Cedrela odorata*) e do mogno (*Swietenia macrophylla*), sendo que a colagem das amostras foi executada com cola Cascophen RS (fenol-formaldeído) da Alba Química.

A madeira de mogno e de cedro foi adquirida em pranchas no comércio de Brasília, sendo serrada e lixada conforme dimensões e procedimentos da norma ASTM D 905-49/70. Para

cada espécie de madeira foram confeccionados e colados quatro blocos (1) por tratamento (2), com as fibras na direção paralela ao comprimento e com as dimensões de 4,0 x 5,0 x 30,0cm (com duas lâminas de 2,0cm de espessura cada). Para uniformização dos tratamentos utilizaram-se os seguintes parâmetros:

- Umidade da madeira 10 a 12%;
- Tempo de "assembly" 10 minutos;
- Pressão 11,5kg/cm²;
- Tempo de prensagem 6 horas (a frio);
- Gramatura de cola 300g/m²;
- Densidade Básica (peso seco em estufa/volume saturado em água):
 - Cedro 0,38g/cm³; (3)
 - Mogno 0,45g/cm³. (3)

Após a prensagem, os blocos foram colocados em sala de climatização (com UR = $65 \pm 1\%$ e T = $20 \pm 3^\circ\text{C}$) por 7 dias. De cada bloco retiraram-se 5 corpos-de-prova, perfazendo um total de 20 por tratamento. A testemunha foi ensaiada após o sétimo dia de climatização, enquanto as outras amostras foram colocadas em "freezer" a -25°C , sendo ensaiados após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de permanência, conforme norma já citada. A separação dos 20 corpos-de-prova por tratamento deu-se de forma aleatória após terem sido misturados. Os ensaios de cisalhamento foram realizados numa máquina universal de testes INSTRON, com precisão de 0,5%.

3.1. Análise estatística

3.1.1. Cisalhamento paralelo às fibras

Em anexo, as planilhas dos parâmetros estatísticos calculados esclarecem que foi aplicado o teste "t" (Student) para o grupo de 20 corpos-de-prova da testemunha e para cada tratamento individual, a fim de verificar os limites dentro dos quais os desvios podem ser considerados como insignificantes (devido ao acaso) ou significantes. Inicialmente, considerando-se o nível de exclusão de 5%, os valores demonstraram ser significativos para a amostragem, optando-se, então, para 1% com as devidas correções.

3.1.2. Falha na madeira

Os dados das planilhas objetivam somente demonstrar a porcentagem de ruptura da madeira em relação à linha de cola e possível identificação de falha nos corpos-de-prova, não sendo efetuados cálculos estatísticos, já que estava prevista uma grande heterogeneidade de resultados, devido às características peculiares da madeira.

1 – Bloco = duas tábuas de 2,0 x 5,0 x 30,0cm coladas de onde se retiram cinco corpos-de-prova, conforme ASTM.

2 – Tratamento = corpos-de-prova por período de tempo no "freezer" a -25°C .

3 – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Potencial Madeireiro do Grande Carajás. Brasília, 1983.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pelas Figuras 1 e 2 verifica-se que a resistência inicial de ambas as espécies de madeira foi superior às testemunhas ensaiadas à temperatura ambiente. É demonstrada a continuidade do aumento da resistência até os 60 dias e declínio acentuado aos 120 dias, com índices inferiores à testemunha. O mogno volta a ter sua resistência ampliada, embora o cedro continue em declínio, com provável tendência a aumentar novamente a resistência.

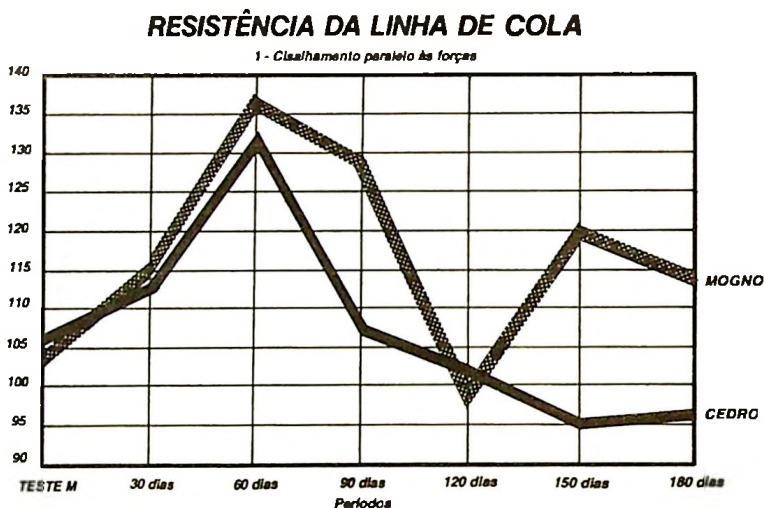


Figura 1 – Cisalhamento paralelo às fibras.

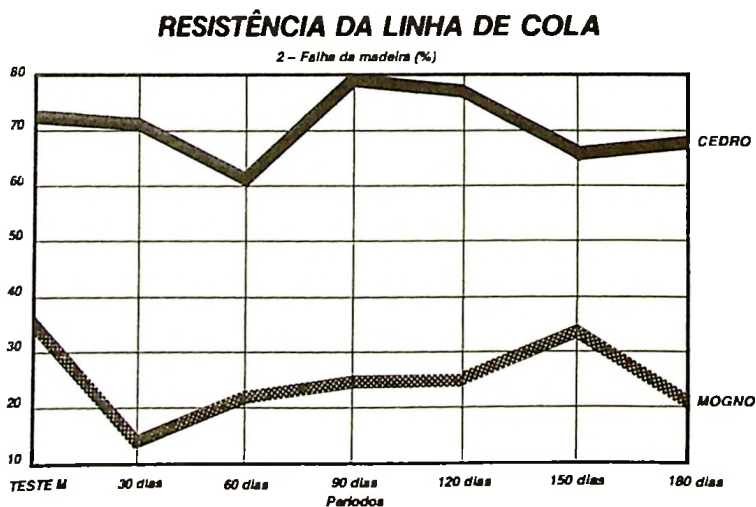


Figura 2 – Falha na madeira (%).

Paralelamente, observa-se que o cedro apresenta maior capacidade de aderência da cola se comparado ao mogno, sendo que este, com relação à testemunha, teve suas médias sempre menores e, portanto, com maiores índices de falha na madeira. Já o cedro manteve índices oscilantes em relação à testemunha nos sete tratamentos.

O teste de significância para cada grupo de 20 corpos-de-prova, por período, não apresentou diferença considerável entre os dados para um nível de exclusão de 1%, assim como para as médias dos períodos, tanto para a resistência na linha de cola do mogno como do cedro.

A Figura 3 mostra as temperaturas e a umidade relativas no "freezer" na data de retirada dos corpos-de-prova. Ressalte-se que foram estipuladas datas alternadas para o cedro e o mogno, a fim de não alterar a temperatura do "freezer" e dos corpos-de-prova a serem ensaiados.

Período	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T°C	-28	-27	-29	-26	-28	-24
U.R.%	36	36	36	37	34	32

Período	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T°C	-29	-28	-30	-28	-28	-31
U.R.%	36	35	34	35	35	37

Figura 3 – Temperaturas (°C) e umidade relativa (%) do "freezer" em cada período.

Observa-se que, por motivos externos aos ensaios, não foi possível efetuar a medida do teor de umidade nos corpos-de-prova na retirada do "freezer", devendo tal etapa ser incluída na metodologia dos próximos ensaios.

5. CONCLUSÕES

1. O teste estatístico (teste "t") demonstra que não houve variação significativa da resistência da madeira de cedro e de mogno coladas com Cascophen-RS nos períodos de até 180 dias submetidos às condições de temperatura e umidade demonstrados no item anterior.

2. Verifica-se que, com relação à capacidade de aderência da cola, o cedro mostrou melhores resultados se comparado ao mogno, sendo provável, inclusive, a melhora das condições em função do resfriamento do material. Desaconselha-se a utilização do mogno em peças coladas submetidas às condições descritas anteriormente, devido aos baixos índices de aderência conforme planilha de falha na madeira, com uma frequência preocupante de índices nulos.

3. A falta de informações bibliográficas sobre ensaios de materiais a baixas temperaturas exige que sejam feitos estudos mais representativos com maior número de corpos-de-prova e, principalmente, maior tempo de condicionamento à baixa temperatura, por desconhecermos se

o período máximo analisado (180 dias) é suficiente à estabilização da estrutura interna da madeira ou mesmo a manutenção das características físico-mecânicas da cola.

4. Aconselha-se também o teste de eficiência da cola manuseada em condições semelhantes às da Antártica, já que muitos reparos são efetuados nos módulos expostos à condições ambientais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, C. E. de Melo, J. E. de. Refúgio Antártico, in Anais do III Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Julho/89. EESC-USP: São Carlos, SP.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Method of Test for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear By Compression Loading. D 905-49 (reapproved 1970). ASTM, part. 16, p. 251 - 254.
- GERHARDS, C. C. Effect of Moisture Content and Temperature on the Mechanical Properties of Wood an Analysis of Immediate Effects. Madison, University of Wisconsin, 1980.
- GRANER, E. A. Estatística. 2ª ed. São Paulo, SP. Edições Melhoramentos. 1966.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL – IBDF. Potencial Madeireiro do Grande Carajás. Brasília, 1983.

ANEXO
Planilhas Demonstrativas de Cálculo Estatístico

RESISTÊNCIA DA LINHA DE COLA
1. Cisalhamento Paralelo às Fibras

CEDRO

R	Testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	93,4	121,7	143,0	66,3	54,5	98,5	96,4
02	128,0	107,9	145,7	126,5	97,8	90,9	102,9
03	122,7	114,9	147,0	66,5	119,0	103,2	110,1
04	133,0	125,5	130,8	115,2	101,3	106,3	88,4
05	88,8	105,1	106,4	118,4	111,2	68,6	60,1
06	103,0	112,7	138,5	113,5	106,9	86,4	113,5
07	121,7	102,7	115,4	102,2	97,4	93,4	89,8
08	125,3	100,3	132,3	114,0	107,6	81,9	108,5
09	43,0	125,4	98,6	118,0	91,4	65,6	92,1
10	111,6	116,0	154,5	73,8	121,2	88,5	98,7
11	103,9	119,6	149,8	114,4	101,1	103,8	109,4
12	98,0	50,9	133,6	120,9	125,9	101,5	89,6
13	104,3	115,3	112,4	105,1	95,7	103,1	78,6
14	100,3	97,6	126,9	134,2	123,8	96,2	72,0
15	116,2	121,8	123,8	119,9	99,2	116,1	95,3
16	113,9	129,5	17,2	102,5	72,0	105,2	110,5
17	45,9	111,6	133,4	117,0	116,0	99,1	99,6
18	138,9	88,0	142,3	100,0	105,8	85,1	98,5
19	121,6	117,3	144,4	114,9	105,2	111,9	101,6
20	122,4	113,4	123,5	123,1	78,4	90,6	109,2
SOMA	2135,9	2197,2	2519,5	2166,3	2031,4	1895,9	1924,8
MÉDIA	106,8	109,9	126,0	108,3	101,6	94,8	96,2
(SOA)2	240142,6	247079,1	334108,1	241464,7	212303,6	182952,5	188893,0
DESVIO	25,2	17,3	29,7	19,0	17,7	13,0	13,5
C.V. %	23,6	15,8	23,6	17,5	17,5	13,8	14,0
SIGN.(t)	-2,53	-3,41	-3,66	-2,22	-2,65	-2,24	-2,68
MÉDIA 2	-	113,0	131,7	-	-	-	-
DESVIO	-	10,6	15,4	-	-	-	-
C.V. %	-	9,4	11,7	-	-	-	-
SIGN. (t)	-	-2,35	-2,15	-	-	-	-

Tratamentos T = 07

Nº Corpos-de-Prova N = 140

Teste de significância

(valor extremo - média)/desvio

a 5% - não confere

a 1% - não confere 30 e 60 dias

30 e 60 dias com exclusão valor extremo a 1% - confere

Média das Médias dos tratamentos

X = 107,6

s = 13,7

C.V.% = 12,7

(t) = 1,8 Confere

MOGNO

R	Testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	135,5	131,1	146,8	116,6	70,6	161,1	157,8
02	56,5	155,7	123,6	139,6	125,2	108,4	54,4
03	70,8	143,0	143,6	121,9	163,2	129,2	157,5
04	95,0	83,1	157,7	109,3	130,8	146,4	163,0
05	119,8	121,1	164,1	109,6	111,1	145,7	78,7
06	116,7	144,0	146,7	148,0	115,9	111,1	145,2
07	158,3	102,4	166,3	127,5	83,5	68,9	102,3
08	129,4	124,1	130,9	64,4	117,0	132,1	100,3
09	74,5	47,4	84,9	128,4	92,2	152,8	141,6
10	160,0	150,0	151,5	156,0	118,6	144,8	128,6
11	102,8	101,7	141,1	148,6	139,5	109,4	124,9
12	119,6	46,3	171,1	121,9	127,8	120,9	129,7
13	119,2	104,7	163,7	133,1	62,4	55,8	114,4
14	109,5	93,2	110,1	121,4	55,5	90,7	79,8
15	120,0	128,6	107,4	153,5	57,4	39,8	156,6
16	129,9	142,7	146,5	98,3	104,9	126,8	117,6
17	65,9	143,7	137,9	121,9	69,1	157,4	150,4
18	32,3	13,5	123,1	151,2	69,4	144,7	59,1
19	55,8	166,2	63,9	160,5	79,3	142,6	139,4
20	112,3	156,6	166,8	134,6	80,1	120,5	-
SOMA	2083,8	2299,1	2747,7	2566,3	1973,5	2409,1	2301,3
MÉDIA	104,2	115,0	137,4	128,3	98,7	120,5	115,1
(SOA)2	239970,5	296833,0	392894,5	339250,9	212767,9	312069,0	299402,2
DESVIO	34,7	41,4	28,5	22,9	30,8	33,9	33,9
C.V. %	33,3	36,0	20,7	17,8	31,2	28,2	28,0
SIGN. (t)	1,56	-2,45	-2,58	-2,79	2,09	-2,38	-1,97

Tratamentos T = 07

Nº Corpos-de-Prova N = 139

Teste de significância

(valor extremo - média)/desvio

a 5% - não confere

a 1% - confere

Média das Médias dos tratamentos

X = 120,2

s = 13,0

C.V.% = 10,9

(t) = 1,64

2. Falha na Madeira

CEDRO

R	Testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	60	40	60	90	100	100	70
02	40	60	100	100	90	70	40
03	100	100	70	60	90	40	10
04	80	100	70	100	70	100	100
05	90	10	70	70	80	20	30
06	80	30	80	90	100	40	90
07	60	100	10	20	30	60	20
08	90	90	80	70	90	90	90
09	50	80	10	90	90	80	100
10	90	70	100	10	50	40	100
11	100	60	40	100	60	60	80
12	50	70	70	70	70	10	60
13	100	70	10	100	80	50	50
14	100	10	80	80	70	90	70
15	40	80	20	90	90	80	20
16	40	100	100	100	50	90	30
17	30	70	30	100	80	80	90
18	60	80	80	80	100	60	90
19	90	100	90	70	70	40	100
20	100	100	80	100	80	90	90
SOMA	1450	1420	1250	1590	1540	1290	1330
MÉDIA	72,5	71,0	62,5	79,5	77,0	64,5	66,5

MOGNO

R	Testem.	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
01	90	10	10	20	60	30	20
02	10	80	0	40	0	30	50
03	0	0	40	20	30	60	20
04	30	0	60	10	50	20	50
05	10	0	10	10	0	50	20
06	70	20	20	30	0	90	10
07	10	0	0	0	10	10	10
08	90	30	10	30	80	30	20
09	10	20	0	50	20	20	0
10	10	0	60	40	10	40	30
11	70	20	70	40	10	40	0
12	30	0	60	10	70	40	50
13	0	10	10	40	0	10	0
14	40	0	10	40	0	20	10
15	80	0	30	10	10	10	10
16	100	10	10	50	0	0	30
17	10	30	30	10	20	0	0
18	0	0	10	10	30	90	10
19	0	20	10	30	0	30	90
20	40	40	30	10	80	20	-
SOMA	700	290	430	500	480	640	430
MÉDIA	35,0	14,5	21,5	25,0	24,0	32,0	22,6

NORMALIZAÇÃO DE MÓVEIS NA FRANÇA

*Maria Helena de Souza**

*Eng^a Florestal – Laboratório de Produtos Florestais.

A normalização e o controle de qualidade em mobiliário vêm sendo bastante discutidos ultimamente no Brasil e sugeridos com solução para uma série de problemas que afetam a fabricação, a comercialização e o uso de móveis.

Algumas normas estão sendo elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e isto pode ser o primeiro passo para o estabelecimento de uma Marca de Qualidade para móveis no país.

Neste contexto, é interessante conhecer o que acontece ou aconteceu em outros países, como forma de se beneficiar com a experiência adquirida por eles, ao longo do tempo.

No caso da França, a normalização começou por volta de 1940, quando foi lançado um Caderno de Especificações, que estabelecia as regras da arte tradicional do móvel.

Em 1952, foi criada a Marca de Qualidade da Federação Nacional de Móveis – FNA, que agrupava, então, fabricantes e comerciantes de móveis. A Marca só era fornecida aos associados da FNA.

Posteriormente, com a criação do Comitê Particular de Móveis da Associação Francesa de Normas Técnicas – AFNOR, associação com atribuições equivalentes à ABNT, a Marca passou a ser fornecida a todos os fabricantes interessados, sem a necessidade de pertencerem à FNA.

Em 1955, a Marca foi transformada em NF-MEUBLE (Normas Francesas-Móveis) e aplicada a todos os móveis indistintamente.

Cinco anos depois, a FNA transformou-se em federação apenas de comerciantes, e o controle da Marca, anteriormente exercido pela FNA, passou a ser exercido pelo Centre Technique du Bois et de l'Ameublement-CTBA (Centro Técnico de Madeira de Móveis), que mantém esta atividade até hoje.

Mais tarde, foram sendo criadas Marcas específicas como:

- NF-SIEGE (Cadeira) para cadeiras e poltronas;
- NF-SIEGE TRANSFORMABLE (Cadeira transformável) para cadeiras que se transformam em camas, cadeiras de repouso, etc.;
- NF-MEUBLE DE CUISINE ET SALLE D'EAU (Móveis de cozinha e sala d'água para móveis de cozinha, banheiro, etc.);
- NF-SIEGE DE CUISINE (Cadeira de cozinha);
- NF-MEUBLE DE BUREAU BOIS (Móveis de escritório, em madeira).

Estas Marcas asseguravam somente um nível mínimo de qualidade, de acordo com as exigências das normas francesas quanto à umidade da madeira, os tipos de encaixes, a eficá-

cia da montagem, a qualidade da colagem, as ferragens, o verniz, a solidez dos enfeites, o tecido, a resistência aos produtos de limpeza, golpes, calor, etc.

Também eram avaliados, por meio de máquinas especiais, o desempenho do móvel quando em uso. Por exemplo:

- um móvel transformável NF devia resistir a 3.500 operações de abrir e fechar;
- uma cadeira NF devia suportar, sem um abaixamento de mais de 5mm, a 15.000 quedas de uma massa de 40kg, em queda livre a partir de uma altura de 4cm. Devia também resistir a 15.000 empurrões sucessivos de uma força de 12kg exercida no alto do espaldar, com uma carga de 60kg sobre o assento.

A dificuldade surgida com o tempo foi que o móvel NF tinha um mínimo de qualidade assegurado, mas não era capaz de distinguir os diferentes níveis de qualidade acima deste mínimo, gerando problemas na comercialização.

No início da década de oitenta, a AFNOR resolveu realizar uma pesquisa entre os consumidores, visando definir classes de qualidade. Com o resultado da pesquisa, descobriu-se que a sociedade francesa poderia ser dividida em seis grupos sociais com relação à qualidade dos móveis:

- Egocêntricos;
- Materialistas;
- Ativistas;
- Rigorosos;
- Responsáveis;
- Aproveitadores.

Verificou-se também que, embora a qualidade fosse procurada por todos, ela era percebida de forma diferente de acordo com a mentalidade dos indivíduos, gostos, estilos de vida, etc.

No âmbito dos estilos de vida, foram detectadas três grandes tendências quanto à procura de qualidade:

1ª – Exigência de qualidade certificada

Reflete bem as expectativas de dois grupos sociais: os Egocêntricos e os Materialistas. Este grupos têm necessidade de se sentirem seguros, necessidade esta colocada em evidência na hora da compra, sobretudo no caso dos Egocêntricos.

Os Materialistas expõem esta necessidade pela demanda de normas objetivas e racionais,

A qualidade certificada, ou seja, a presença de um selo de qualidade, lhes dá a certeza de um mínimo de qualidade de acordo com as normas francesas.

2ª – Exigência de qualidade comprovada

Provém de dois outros grupos sociais: os Ativistas e os Rigorosos. Esta exigência refere-se particularmente às qualidades materiais de um móvel submetido a testes, com a condição que os resultados sejam superiores ao mínimo estabelecido pelas normas francesas. Esta necessidade comum de seleção pela experimentação se exprime de duas formas diferentes.

Para os Ativistas, é resultado obtido nos testes e as expectativas de desempenho do produto que importam,

Ao contrário, para os Rigorosos, a seleção é feita de acordo com as garantias de confiabilidade, durabilidade e resistência ao uso do produto escolhido.

3ª – Exigência de qualidade elitista

Manifesta-se igualmente em dois grupos, que englobam os Responsáveis e os Aproveitadores, pertencentes à elite cultural e social. Traduz-se pelo desejo de ostentação, pelo desejo de possuir um móvel de valor ou considerado como tal. Aqui, a necessidade de garantias sobre o valor é a característica mais importante.

Os responsáveis procuram, antes de tudo, uma compra elitista e um sinal exterior de *status* elevado. Quanto aos Aproveitadores, é a raridade que conta: característica mais importante em um móvel para eles.

Baseado nestas observações, foram criadas três novas Marcas para móveis domésticos, abaixo descritas como definidas pela AFNOR.

- NF-AMEUBLEMENT (NF-MOBILIÁRIO);
- NF-SELECTION (NF-SELEÇÃO);
- NF-PRESTIGE (NF-PRESTÍGIO).

1. NF-MOBILIÁRIO

Definição

Esta Marca define os móveis de uso doméstico onde o valor reside essencialmente na funcionalidade e no desempenho. A concepção, os materiais e a fabricação estão de acordo com as especificações previstas pelas normas francesas.

Concepção

Leva sempre em conta o uso do produto para assegurar solidez e durabilidade.

Materiais

Painéis, madeira, cola, verniz, ferragens, etc. atendem às especificações das normas francesas.

Fabricação

Utilizando meios de produção confiáveis, a fabricação satisfaz aos critérios mínimos de qualidade. Preparação, montagem, colagem, lixamento, acabamento, etc. são executados corretamente.

Motivação de compra

A certeza de ter assegurado um nível mínimo de qualidade e a segurança de um produto controlado respondem às interrogações de uma primeira compra.

2. NF-SELEÇÃO

Definição

Aplica-se esta Marca aos produtos de uso doméstico que apresentam uma durabilidade particularmente superior às exigências mínimas dos testes previstos nas normas francesas. Concepção, escolha de materiais e fabricação atendem a critérios precisos, acima do mínimo definido nas normas francesas.

Concepção

Satisfaz essencialmente às exigências de forma, robustez, durabilidade e uso dos produtos.

Materiais

São selecionados por suas características de resistência e de durabilidade adequados a este padrão.

Fabricação

Preparação, montagem, laminação, envernizamento e pintura são executados com bastante cuidado para melhorar a durabilidade dos produtos. Resistência e desempenho são as qualidades-chave de NF-Seleção.

Motivação de compra

Esta Marca atende às necessidades daqueles que procuram um produto que associe durabilidade e desempenho.

3. NF-PRESTÍGIO

Definição

Esta Marca qualifica os produtos de uso doméstico que se caracterizam não somente por seus valores estéticos, mas também pela qualidade da concepção, qualidade dos materiais empregados e pela qualidade da fabricação.

Concepção

Deve corresponder à estética e ao estilo da época para um produto tradicional e deve estar em harmonia com o modo de vida atual para um produto contemporâneo.

Materiais

Os materiais devem ser nobres, preciosos, ou apresentar características decorativas. Maciças ou em lâminas, as madeiras são sempre de primeira qualidade, assim como os painéis. Tintas e vernizes são escolhidos para apresentar excelente acabamento e desempenho.

Fabricação

São respeitados os métodos tradicionais da marcenaria. Montagem, colagem, escultura, marchetaria, etc. são executados segundo as regras das artes plásticas com o máximo de cuidado. Os acabamentos são impecáveis.

Motivação de compra

Além dos valores estéticos que refletem o gosto e a cultura dos indivíduos, é o investimento que conta. A noção de patrimônio transmissível está sempre presente quando da escolha de um produto Prestígio.

Para todos os três níveis de qualidade, são muitos os testes realizados, incluindo tanto testes dos materiais que compõem o móvel, como de desempenho do móvel pronto.

Móveis de jardim, de piscina, etc. mereceram um selo especial, NF-MOBILIER EXTÉRIEUR (NF-Móvel exterior), sendo exigidos, além dos testes tradicionais, testes específicos de resistência a intempéries, ranhaduras, etc.

Apesar das diferenças observadas, principalmente quanto aos móveis de época, muito utilizados na França, dois pontos podem ser considerados aplicáveis a outras realidades. O primeiro refere-se à dificuldade de se diferenciar níveis de qualidade acima do mínimo estabelecido pelas normas. O outro refere-se à diferença de conceitos quanto ao que seja considerado qualidade nos diferentes segmentos de uma sociedade.

É de se esperar que somente uma parcela da população tenha como primeiro requisito, para a compra de um móvel, a presença de um selo de qualidade. A grande maioria sairá à procura de um móvel que lhe agrade esteticamente, que tenha as dimensões desejadas ou que esteja na faixa de preço pretendida.

Fazer com que também estes consumidores levem para casa um móvel de qualidade dependerá da capacidade de se traduzir, em padrões mensuráveis e racionais, os anseios e expectativas que determinam a escolha na hora da compra.

O êxito da normalização dos móveis nacionais dependerá do grau de conhecimento da sociedade brasileira e de seu comportamento em relação aos móveis e à qualidade.

BRIQUETAGEM DE RESÍDUOS LIGNO-CELULÓSICOS

Waldir Ferreira Quirino

Eng^o Florestal – M.Sc.
Laboratório de Produtos Florestais

RESUMO

Este trabalho descreve os processos mecânicos usados para compactação de resíduos ligno-celulósicos e menciona os equipamentos disponíveis, no Brasil e no exterior, com suas características de produção. Finalmente, analisa o custo do briquete de resíduo, por meio da equivalência energética com o óleo combustível.

PALAVRAS-CHAVE: energia de biomassa, lenha, compactação.

ABSTRACT

This paper deals with the mechanical process utilized for lignin-celulosic residues compaction. It compares the production characteristics of the available equipment in Brazil and also abroad. The residue briquettes prices is analysed against the energetic equivalence of a fuel oil.

KEY WORDS: energy biomass, wood waste, log, fire wood.

INTRODUÇÃO

Em 1981, a FAO – Food Agriculture Organization of United Nation diagnosticava que aproximadamente 30% do território brasileiro se encontrava em situação de crise com relação à disponibilidade de lenha. Isto significa que os recursos desse material eram inferiores às necessidades, obrigando a sociedade a uma exploração florestal excessiva. Esta exploração, superior à capacidade de reposição da floresta, faz com que a lenha não seja uma fonte energética renovável. Segundo ainda a FAO, 25 a 30% do território brasileiro evoluem para a mesma situação no ano 2000.

Nesta última, década o quadro só se agravou. O Governo Brasileiro vem incentivando a substituição de derivados de petróleo por fontes alternativas de energia, como a lenha. Entretanto, a sua produção não está sendo estimulada na mesma proporção.

A produção de carvão vegetal em 1989, segundo o Balanço Energético Nacional de 1990, foi de 12.268 milhões de toneladas, enquanto o consumo de lenha no Brasil em 1989 atingiu 105,5 milhões de toneladas. Se considerarmos que de todas as tipologias florestais de

onde provém esta lenha ocorra um rendimento médio de 200 estéreos por hectare, e que cada estéreo tenha 300kg, este consumo de lenha corresponderia a uma área de 1.758 milhões de hectares de florestas.

Uma das formas de preservar melhor nossos mananciais silviculturais é utilizá-los mais racionalmente, aproveitando-os com um índice de rendimento cada vez maior.

Outra forma seria substituir a lenha por um produto equivalente. Podemos compactar resíduos ligno-celulósicos em geral (pó de serra, maravalhas, casca de arroz, palha de milho, sabugo, bagaço de cana, etc.) e obter briquetes com qualidade superior a qualquer lenha.

"A briquetagem é uma forma bastante eficiente para concentrar a energia disponível da biomassa. 1,00m³ de briquetes contém pelo menos 5 vezes mais energia que 1,00m³ de resíduos. Isso, levando-se em consideração a densidade a granel e o poder calorífico médio desses materiais. Devido à dimensão e às grandes distâncias internas do país, o aspecto concentração energética assume também grande importância" (QUIRINO, 5).

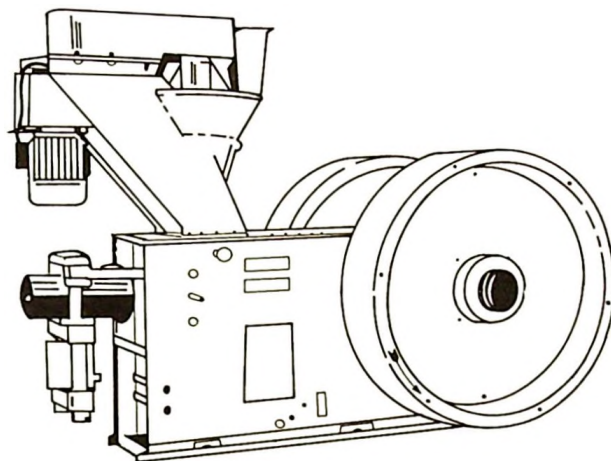
Podemos citar exemplos da exuberância dos resíduos agroindustriais no Brasil. Nos estados de Santa Catarina e Paraná, em 1980, atingiu-se uma produção de resíduos de beneficiamento de madeira equivalentes a 924 mil toneladas de óleo combustível, superior às necessidades energéticas daqueles estados no mesmo período (Ministério da Agricultura, 3). Segundo esta mesma fonte, em 1980, a biomassa gerada no beneficiamento do arroz e da cana-de-açúcar, em nível nacional, atingiu um equivalente a 467 mil hectares de floresta de eucalipto de cinco anos de idade. E o resíduo dessas culturas, que não possuía nenhuma utilização em 1984, seria equivalente a 158 mil hectares de eucalipto por safra.

"... a viabilidade técnica e econômica do acondicionamento desses resíduos, comprovada..., justifica a alocação de recursos de financiamento para apoiar o aproveitamento desses resíduos como atividade econômica, bem como outras medidas que se fizerem necessárias para estruturar o mercado desse produto." (Ministério da Agricultura, 3).

PROCESSOS DE COMPACTAÇÃO

Existem cinco tipos de equipamentos ou princípios básicos de compactação de resíduos ligno-celulósicos:

- 1 – prensa extrusora de pistão mecânico-tecnologia desenvolvida desde o princípio do século e bastante conhecida no mundo. Um pistão ligado excentricamente a um grande volante força o material a ser compactado por meio de um tronco de cone. No Rio Grande do Sul existe fábrica deste equipamento, a única do país. Pela Fig. 1 pode-se observar as características do equipamento e do processo de produção.
- 2 – Prensa extrusora de rosca sem fim – processo muito usado para resíduos, no exterior. Apresenta excelentes resultados. Seu princípio mecânico é semelhante às marmotas da indústria cerâmica. É um equipamento de fácil manutenção e de investimento favorável se comparado aos outros tipos também produzidos no exterior (KUBINSKI, 4).
- 3 – Prensa hidráulica – equipamento que usa um pistão acionado hidráulicamente. O material a ser compactado é alimentado lateralmente por uma rosca sem fim. Uma peça frontal ao embolo abre e expulsa o briquete quando se atinge a pressão dese-



Especificações/Tipo	H 50/150c	H 90/200c	H 100/200c	H 120/200c
Capacidade – kg/h	400	1500	1850	2700
Peso específico em torno de 180 kg/m ³ – m ³ /h	2,2	8,0	10,0	15,0
Tamanho dos briquetes				
Diâmetro – mm	50	90	100	120
Comprimento – mm	15-200	15-300	15-300	15-400
Potência do motor de acionamento – CV	30	75	100	125
Rotação – RPM	1200	1200	1200	1200
Potência do motor do transportador vertical CV				
Rotação – RPM	4/2,5 160/80	7,5 40-260	7,5 40-260	10 40-260
Dimensões – Altura – mm	2000	2200	2200	2400
Comprimento – mm	2500	2850	2850	3000
Largura – mm	800	1400	1400	1800
Peso líquido – kg	2600	6900	7200	9600
Peso Bruto – kg	3000	7900	8200	10600
Volume para frete – m ³	6	13	14	16
Silo de armazenagem com regulador de vazão – m ³	3	5	5	8

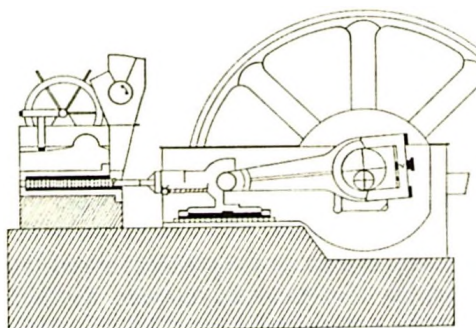


Figura 1 – Extrusora de pistão mecânico e suas características de produção.

jada. Não é um processo extrusivo e a pressão aplicada geralmente é menor que em outros métodos, produzindo briquetes de menor densidade. No entanto, é o processo com maior número de fabricantes na Europa. Não existe no Brasil este tipo de equipamento para compactar resíduos, que seria semelhante às máquinas de produzir comprimidos e pastilhas.

- 4 – Peletizadora – é um equipamento que opera pelo processo extrusivo. Seu funcionamento é mostrado na Figura 2. É o princípio dos equipamentos de produção de ração animal, onde há necessidade de injeção de vapor para aquecer e corrigir a umidade. No Brasil existem três fabricantes desse equipamento para ração, conforme mostrado na Tabela 1. Estes equipamentos vêm sendo experimentados para compactação de resíduos com resultados razoáveis. Operando com bagaço, produz peletes de diâmetro igual a 10mmX30 a 40mm de comprimento, densidade relativa de 1,2g/cm³ e densidade a granel de 550 kg/m³. (COPERSUCAR, 1).

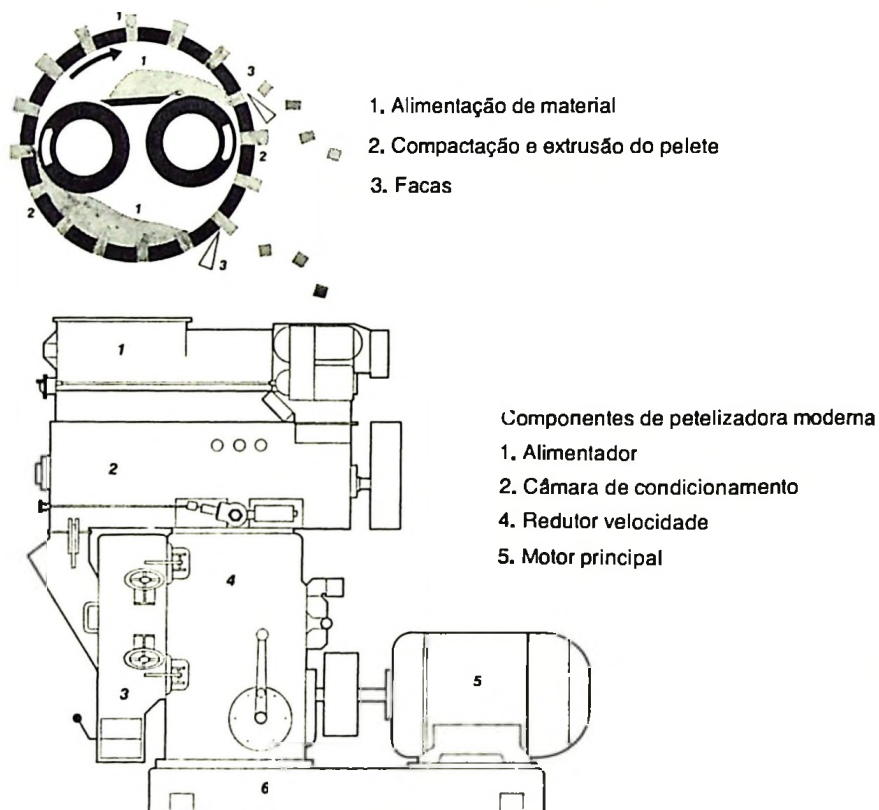


Figura 2 – Peletizadora de ração animal testada para resíduos.

- 5 – Enfardadeira – como o próprio nome indica, o equipamento comprime e amassa o resíduo, elevando a densidade do bagaço de cana com 20% de umidade a 500kg/m³. Não exige pré-secagem do material, o que permite a secagem posterior. No entanto, é aconselhável o enfardamento após a secagem. É um equipamento já

produzido no Brasil, usado para ração e enfardamento de bagaço de cana (Tabela 1).

Tabela 1 – Características dos equipamentos brasileiros

Extrusão Pistão Mecânico					
Fabricante	Modelo	Ø Briquete (mm)	Produção (kg/h)	Motor (CV) Principal	+ Transportador Vertical (CV)
Blomax	B 45/110	46	250	20	2,5/1,0
	B 55/160	56	450	30	4/2,5
	B 65/160	66	600	40	4/2,5
	B 85/210	82	1100	60	8/6,5
	B 95/210	93	1550	75	8/6,5
	B 105/210	103	1750	75/100	8/6,5
	B 120/250	124	2200	125	10/5,0
	B 130/280	133	2700	150	14/8,0
Enfardadeiras					
Fabricante	Dimensão do fardo (mm)	Produção (t/h)	Densidade (t/m³)	Potencial Instalado (CV)	
1	45x45x60	2	0,49	22,5	
2	45x45x60	2	0,49	22,5	
	45x45x60	4	-	-	
3	45x45x60	3,5 a 5,6	0,25	11	
Peletizadoras					
Fabricante	Modelo	Produção	Potência Instalada CV		
Koppers	21 – WV – 200 18" x 56"	4	208		
	21 – WV – 200 18" x 56"	-	210,5		
C.P.M.	7 . 122 . 2 1 veloc.	-	250 + 2 + 20		
	7 . 122 . 2 1 veloc.	-	300 + 2 + 20		
Urso Branco	UB - 125	3,5	125		

É importante comparar estes processos com relação à exigência de umidade do resíduo, em função do consumo de energia na secagem. As extrusoras de rosca e de pistão mecânico trabalham com material a 10-12% de umidade. As de pistão hidráulico aceitam material com 18-20% de conteúdo de umidade. As peletizadoras trabalham com resíduos com até 20% de conteúdo de umidade, usando pressões de 80 a 320kgf/cm². De qualquer maneira, a umidade que permanece no briquete após a prensagem virá a reduzir seu poder calorífico.

Tabela 2 – Características de prensas hidráulicas estrangeiras.

BRIQUETADEIRAS HIDRÁULICAS								Características Especiais
Fabricante	Modelo	Diâmetro do Brique	Densidade de Brique	Produção Média	Consumo Máximo de Energia	Consumo Médio de Energia	Custo de Investimento	
AMF	Elan 70	70	0,86	90	9	70,0	108,1	Briquete claro e pouco resistente
	Elan 80	80		145	15	72,4	134,2	
	Elan 100	100		220	22	70	123,8	
BSK BIOTHERM	100	60		60	5,5	64,2	168,6	
COMAFER	Idra 50/30	50	1,01	35	3,4	67,3	103,6	Preço inclui resfriador
	70/40	70		45	4,5	69,5	117,2	
	70/60	70		60	6,3	74,0	118,1	
	70/120	70		100	10,3	71,4	89,0	
	Rapld 80/200	80		200	20,5	71,8	90,6	
CORAL	BRINK & KIT	60	0,73	45	5,3	81,7	188,1	Briquete muito fraco
COSTA-VALMAC	OB 45/150	48		75	7,5	70		
CRS	1700	60			7,5			
	2000	60		475	11,0			
FBN	OLD 101	50	0,92-1,1	35	6,0	120,0	151,3	Briquetes cor clara, média densidade, pouco friável
	OLD 201m	60		65	9,0	95,9	121,0	
	OLD 85	50		35	5,5	110,0	128,1	
	OLD 301	70		190	24	88,4	55,1	
HÖCKER POLYTECHNIK	PP 45	60	0,89	33,8	4,6	94,2	262,7	Briquete contínuo e fino, marrom claro, friável
	PP 70	60		52,5	6,1	80,7	220,6	
	PP 90	60		67,5	8,1	83,5	211,6	
	PP 150	60		112,5	11,6	71,9	154,4	
	PP 250	60		187,5	15,6	58,1	119,4	
HOLZMAG	Elan 70	70	0,83-0,88	150	9,0	42,0	113,7	Briquete feito, individualmente, marrom claro, fraco, facilmente desintegrável
	Elan 80	80		338	15	31,0	104,1	
	Elan 100	100		563	22	27,4	76,2	
NESTRO	NBH 25-75	70		50	4	56,0	154,5	
	NBH 45-100	70		73	55	52,7	130,7	
	NBH 85-170	70		130	110	59,2	105,0	
RSN	45 Si	60	1,01	33,8	4,6	94,2	274,0	
	70 Si	60		52,5	6,1	80,7	198,6	
	90 Si	60		67,5	8,1	83,5	171,6	
	150 Si	60		112,5	11,6	71,9	123,6	
	250 Si	60		187,5	15,6	58,1	89,6	
SCHUCKO	1100	60	0,7	37,5	4,6	84,9	189,5	Briquetes baixa densidade, facilmente desintegráveis
	1600	60		56,3	6,1	72,2	153,3	
	1800	60		67,5	8,3	85,6	167,3	
	2100	60		105,5	11,8	78,3	165,5	
SIPA SPANEX	K 60	52	0,7	45	5,5	85,6	147,4	Briquete octogonal, pouco, denso, desintegrável
	SHB 5			37,5	5,5	102,7	215,2	
	SHB 10			75	7,5	70,0	139,0	
TECHNICA INDUSTRIALE	PIPETTA A	60	0,92	96	8,0	58,3		
	PIPETTA B	60		48	6,3	91,2		
WEIMA	Th 30	50	0,8-0,86	30	5,5	128,3	292,8	Briquete cor clara pouco resistente
	Th 40	50		45	5,5	85,6	244,5	
	Th 50	50		60	7,5	87,5	205,6	
	Th 60	60		90	7,5	58,3	157,7	
	Th 70	60		127,5	11,0	60,4	146,9	
	Th 80	80		165	18,5	78,5	172,0	
	Th 80 twln	80		300	37,0	86,3	185,2	
	Th 100	100		525	30,0	40,0	88,3	
	Th 100 twln	100		1125	60,0	39,3	80,2	

Tabela 3 – Características de extrusoras de rosca sem fim (estrangeiras).

BRIQUETADERAS DE ROSCA-SEM-FIM								
Fabricante	Modelo	Diâmetro do Brique (mm)	Densidade do Brique (g/cm ³)	Produção Equipamento (kg/h)	Consumo Máximo de Energia (kw/h)	Consumo Médio de Energia (w/kg)	Custo de Investimento (\$/kg)	Características Especiais
BASTIAN	Bastimal 60	60	1,18	50	4	56	133	Briquete sólido escuro
BMD	Pres-to-L	95	1,07	800	75	65,6	81,7	Pedacos combustíveis marrom escuro. Combustível para acendimento marrom.
EUROPE	Stoker	28	1,11	800	75	64,2	79,5	
PINI & KAY	Briquet extruder FG 600	62	1,22	600	55	64,2	48,5	Briquete sólido bastante lignificado superfície xadrez

Tabela 4 – Prensas de pistão mecânico estrangeiro

BRIQUETADEIRAS TIPO PISTÃO X								
Fabricante	Modelo	Diâmetro do Brique (mm)	Densidade do Brique (g/cm ³)	Produção Equipamento (kg/h)	Consumo Máximo de Energia (kw/h)	Consumo Médio de Energia (w/kg)	Custo de Investimento (\$/kg)	Características Especiais
AMI	BP 450 VH	45	1,2	130	11,7	63	85,6	Briquete muito compacto e escuro
	BP 500 VH	50		250	18,7	52,4	124,5	
	BP 600 VH	60		475	35,7	52,6	90	
BOGMA	M 60	60	1,2	600	38,5	44,9	72,2	Briquete compacto e marrom claro
	M 75	75		1000	58,0	40,6	55,7	
COMAFER	60/500	60	1,05	375	31,7	59,1	81,5	Briquetes pouco resistentes
	70/700	70		525	47,5	63,3	68,8	
	80/1000	80		750	58,0	54,2	63,0	

(continua)

Tabela 4 – Pressas de pistão mecânico estrangeiro

(continuação)

BRIQUETADEIRAS TIPO PISTÃO X								
Fabricante	Modelo	Diâmetro do Brique (mm)	Densidade do Brique (g/cm^3)	Produção Equipamento (kg/h)	Consumo Máximo de Energia (kw/h)	Consumo Médio de Energia (w/kg)	Custo de Investimento (\$/kg)	Características Especiais
COSIA/ VALMAC	1.55/150	56	1.17	285	31.7	77.7	72.4	Briquete escuro com superfície em xadrez
	1.65/150	67		450	39.0	60.7	76.4	
	1.75/150	77		600	58.0	67.7	70.0	
	1.85/200	87		900	58.0	45.1	71.0	
DISIEC	FP 150	55	0.92	675	20.9	21.7	37.5	Briquete fraco facilmente desintegrável
	FP 3	55		1450	53.1	25.6	30.8	
KRUPP	4-1 pistão	50x130	1.07	750	22-30	28.0	82.9	Briquete quadrado
	5-2 pistão	55x140		2000	35-55	19.3	53.5	
	9-1 pistão	120x300		6000	110-132	15.4	28.5	
NESTRO			1.13	600	38.9	45.3	83.0	Briquete marrom pouco friável
				1125	58.0	36.1	58.4	
PAWERT	I-40/85	40	1.19	112.5	11.6	54.1	123.5	Briquete resistente e marrom claro
	I-60/150	60		337.5	31.7	49.2	102.9	
	I-75/200	75		675	47.5	36.9	120.0	
	I-90/200	90		900	58.0	33.8	92.6	
	II-75/200	75		1350	79.1	30.8	102.9	
	II-125/300	125		3450	116.1	17.7	60.4	
SPANEX	S50 RE			263	17.2	45.8	59.6	
	S60 GS			413	27.0	45.8	56.5	
WIRIH	BLIZ	50	1.03	355	15.8	31.2	53.7	Briquete marrom escuro
ZENO	Z 50/200	50		150	10.5	86.3	84.1	
		60		450	30.0	46.7	87.6	
		70		750	45.0	42.0	61.5	
		90		900	55.0	42.8	59.2	

EFEITOS DA COMPACTAÇÃO – PRODUTO

Excetuando-se as máquinas de enfardamento e as pressas de pistão hidráulico, as demais trabalham com altas pressões (acima de 1.000 kg/cm^2), produzindo calor pela fricção da extrusão. Esses dois fatores são essenciais para vencer a flexibilidade das fibras dos resíduos ligno-celulósicos, conseguindo promover e manter o empacotamento do material. Com essas pressas obtêm-se, em geral, densidades acima de $1,0 \text{ g/cm}^3$ na maioria dos briquetes produzi-

dos de resíduos, principalmente se estes contêm o teor de umidade adequado ao processo. Este teor deve estar em uma estreita faixa. O resíduo muito seco e o acima da umidade indicada prejudicam o empacotamento do material, ou produzem um briquete que não tem estabilidade, desfazendo-se quanto estocado ou transportado.

Tabela 5 – Característica de Resíduos antes e após compactação.

Tipo de Resíduo	Umidade (%)	Densidade Natural (kg/m ³)	Densidade Triturada (kg/m ³)	Densidade Briquete (g/cm ³)	Densidade Granel (kg/m ³)	PC (kcal/kg)
Palha de milho	9,8	33	m 263 t 72	0,91	-	3.570 ^S
Pó de serra	11,5	274	-	1,22	570	4.880
Fábrica de compensado	13,5	132	-	0,83	-	4.424
Casca de arroz	11,6	150	-	1,28	610	3.730 ^S 3.500 ^I
Bagaço	1	46	197	1,10	-	3.700 ^S
	2	180	-	-	-	1.700 ^I
	3		-	-	-	4.764 ^S
Cepilho	9,0	112	-	1,16	589	-

1 – LPF (engenhoca).

2 – CEARG.

3 – Copersucar – CTC.

* – Fibra seca e sem cinzas.

II – Interior de PCI.

!S – Superior de PCS.

Com a densidade relativa aparente dos briquetes em torno de 1,1g/cm³, a densidade a granel (dependendo naturalmente da granulometria do briquete) situa-se por volta de 500 a 600kg/m³, bastante superior à lenha. Isto confere uma redução de volume aos resíduos de 4 a 6 vezes.

Os resíduos briquetados, pela exigência da baixa umidade do processo e pela elevada densidade relativa aparente, são menos higroscópicos e muito mais resistentes ao apodrecimento ou à fermentação do que os resíduos na condição natural, facilitando a estocagem e muito mais ainda o transporte, porque amplia o raio econômico de seu aproveitamento.

Comparado à lenha, o briquete apresenta muitas vantagens. O seu poder calorífico e o baixo teor de umidade (10 a 12%) o farão sempre superar à lenha (25 a 35% de teor de umidade). Tanto pela maior densidade como pelo maior poder calorífico, ter-se-á na estocagem sempre mais energia por unidade de volume, reduzindo-se pátios de estocagem e dimensão de equipamentos de queima.

A homogeneidade de forma e a granulometria regularizam e melhoram a eficiência de queima. Por outro lado, facilitam as operações de manuseio, transporte e alimentação de caldeiras, possibilitando a mecanização. Em alguns casos podem-se duplicar o rendimento de caldeiras.

No entanto, é com relação ao transporte que ocorre um favorecimento significativo. As cargas são limitadas por peso e não por volume, utilizando-se a capacidade integral dos meios de transporte.

CUSTO DO BRIQUETE

É difícil fazer um cálculo preciso do custo do briquete. No entanto pode-se utilizar o princípio da equivalência energética do óleo combustível ou da lenha, que são substituídos geralmente pelo briquete de resíduo (COPERSUCAR, 1983). Basta considerar o poder calorífico inferior do briquete e sua eficiência de queima em caldeiras e relacionar estes valores ao óleo combustível.

Exemplo:

PCI óleo comb. = 9.800kcal/kg

PCI briquete = 3.800kcal/kg

Considerando a eficiência em caldeiras (n)

n óleo comb. = 92%

n briquete = 80%

Em consequência, teremos uma equivalência energética ao óleo combustível igual a 0,337:

$leq = 0,337$ (Índice de equivalência ao óleo).

Calculando-se o custo do transporte (CT) pelo

$CT = CT_t \times D,$

onde CT_t = custo de transporte por tonelada por km

D = distância em km

Assim teremos o custo do briquete (C_b):

$C_b = C_{oc} \times 0,337 - CT,$

onde C_{oc} = custo do óleo combustível

Caso se tenha mais alguns custos, como o transporte do resíduo ou de sua coleta, basta abater como feito com CT.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

No Brasil existe grande volume de resíduos agroindustriais de natureza ligno-celulósica, mas ainda com baixo índice de aproveitamento.

Esses resíduos estão concentrados nas regiões mais populosas do país, as quais também apresentam a maior demanda de energia. Além disso, é igualmente nessas regiões onde ocorre deficiência de lenha. Apesar de o Brasil ser um grande produtor de biomassa, a sua distribuição no território nacional é irregular.

A técnica de compactação de resíduos para uso energético ainda é pouco conhecida e pouco utilizada no Brasil. Os empresários ao tomarem conhecimento desta técnica mostram-se bastante surpresos e interessados. Baseado neste fato, o Laboratório de Produtos Florestais – LPF/DIRPED/IBAMA desenvolveu um núcleo de pesquisa e difusão de técnicas de compactação de energéticos sólidos, contando com equipamentos que atendem tanto a difusão da tecnologia com o treinamento de mão-de-obra especializada.

Uma prova da eficiência desta técnica está demonstrada na participação de 30 fabricantes de prensas (correspondendo a 79 diferentes modelos) em uma feira industrial na Europa, em 1986, a "Ligna Hannover". (KUBINSKY, 4).

A importância do assunto evidencia a necessidade de maior atenção para o aproveitamento de resíduos e para o incentivo da produção e desenvolvimento de equipamentos nacionais. Além da difusão desta tecnologia, o Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA mostra às empresas que possuem resíduos disponíveis e às que consomem lenha como podem substituí-la por resíduos compactados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – COPERSUCAR – Seminário sobre bagaço-de-cana. Piracicaba, 1983. 30 pág.
- 2 – FOOD – AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATION – FAO – Map of the fuelwood situation in the developing countries. Roma, 1981.
- 3 – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA – Proposta de utilização energética de florestas e resíduos agrícolas. Brasília, 1984. 132 páginas.
- 4 – KUBINSKY, E. J. – Densifying wood waste, a machinery comparison. World Wood, June, 1986.
- 5 – QUIRINO, W. F. – Características de briquetes de carvão vegetal e seu comportamento na combustão. Piracicaba, janeiro, 1991. 80 páginas (Dissertação de Mestrado apresentada à ESALQ/USP para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais).
- 6 – QUIRINO, W. F. – Compactação de resíduos para uso energético. In: Ciclo de Seminários "Situação da Lenha no Brasil" promovido pela COPPE-UFRJ, 30-31 de março de 1987, no Rio de Janeiro. 16 páginas.

- 7 – QUIRINO, W. F. & FONTES, P. J. P. – Gaseificação de madeira e resíduos agrícolas para substituição do óleo combustível no meio rural (Trabalho enviado ao III Congresso Brasileiro de Energia). Rio de Janeiro, outubro de 1984. 8 páginas.
- 8 – QUIRINO, W. F. *et alii*. – Briquetagem de carvão vegetal e resíduos. In: IV Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, agosto, 1987. 9 páginas.

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS – IBAMA

Endereço: SAIN - Av. L4 Norte - Lote 04 - CEP 70770

Fones: (061) 224-4789/224-5337/223-5664

Telex: (061) 2527 - FAX: 225-1182

Caixa Postal 04424 - CEP 70919

Brasília-DF