

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Bruno Temer

Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras de palmeira de Pupunha (Bactris Gasipaes)

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos do Departamento de Engenharia de Materiais do Centro Técnico Científico da Puc-Rio.

Orientador: Prof. José Roberto Moraes d'Almeida

Rio de Janeiro
Setembro de 2010



Bruno Temer

Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras de palmeira de Pupunha (Bactris Gasipaes)

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos do Departamento de Engenharia de Materiais do Centro Técnico Científico da Puc-Rio. Aprovada pela comissão examinadora abaixo assinada.

Prof. José Roberto Moraes d' Almeida

Orientador e presidente

Departamento de Engenharia de Materiais – PUC Rio

Prof. Leila Lea Yuan Visconte

IMA/UFRJ

Prof. Verônica Maria de Araújo Calado

Escola de Química/UFRJ

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial de Pós-Graduação do centro Técnico Científico

PUC- Rio

Rio de Janeiro, 13 de Setembro de 2010

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Bruno Temer

Graduou-se em desenho industrial pela ESDI-UERJ (Escola Superior de Desenho Industrial-Universidade do estado do Rio de Janeiro) em 2007. Atualmente desenvolve pesquisas em materiais e tecnologias voltadas para o desenvolvimento sustentável, abordando as esferas ambiental, econômica e social. Já trabalhou com Bambú, estipes de Pupunha adulta e fibras de bananeira, estudando suas aplicações como reforço em matrizes poliméricas de base vegetal. Desenvolveu não só os materiais, como também os processos produtivos e produtos nos quais os materiais desenvolvidos se aplicam.

Ficha Catalográfica

Temer, Bruno

Desenvolvimento e caracterização da chapas de fibras de palmeira de pupunha (*Bactris Gasipaes*) / Bruno Temer ; orientador: José Roberto Moraes d'Almeida. – 2010.
93 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia de Materiais, 2010.

Inclui bibliografia

1. Engenharia de materiais – Teses. 2. Pupunha (*Bactris Gasipaes*). 3. Resíduos agro-industriais. 4. Fibras naturais. 5. Poliuretano vegetal. 6. Chapas de partículas. 7. MDF. 8. Tecnologia social. I. Almeida, José Roberto Moraes d'. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia de Materiais. III. Título.

CDD: 620.11

A todas as mentes criativas que se desprendem dos paradigmas e enxergam na
inovação tecnológica e social o caminho para desenvolver e viabilizar novos
processos, materiais, produtos, serviços e relações que nos auxiliem na mudança
rumo a uma existência harmônica e pacífica.

Agradecimentos

À todos os meus familiares de sangue, e de escolha, que estiveram ao meu lado me auxiliando a superar os desafios que, a princípio, só cabiam a mim solucionar.

À todos os funcionários e moradores da Fazenda Reserva Botânica das Águas Claras, em especial à Cecília Freitas e à Mônica Castedo, pelas infindáveis contribuições e trocas de experiência.

Ao meu orientador, José Roberto Moraes D'Almeida, pela oportunidade, pela compreensão nos momentos de dificuldade e pelo vasto conhecimento que me foi oferecido sempre de coração e mente abertos.

Ao apoio financeiro do CNPq

Resumo

Temer, Bruno; d'Almeida, José Roberto Moraes. **Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras da palmeira de Pupunha (*Bactris Gasipaes*)**. Rio de Janeiro, 2010. 93p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Visando adequar a sociedade do consumo a uma existência menos impactante ao meio ambiente, a busca por materiais oriundos de fontes renováveis e passíveis de biodegradação é crescente. No entanto, para que esta transição seja mais eficiente, se faz necessário mudar não só os materiais que são produzidos, mas também a logística da produção e os processos produtivos utilizados. Com base nisto, o objetivo deste trabalho é desenvolver e caracterizar uma chapa de fibras, desenvolvida a partir de resíduos da agro indústria do palmito de pupunha (*Bactris Gasipaes*), a ser produzida por meio da capacitação dos agricultores locais, com processos de baixa complexidade tecnológica, baixo custo de implementação e mínimo impacto ambiental associado à sua produção. Os ensaios foram realizados de acordo a norma ABNT 15316 - 2:2009, que determina parâmetros de amostragem e métodos de ensaio das chapas de fibras de média densidade (MDF). Como adesivo, aglomerante, foi utilizada a resina poliuretana, de base vegetal, em diferentes proporções fibra/matriz. Os resultados foram analisados seguindo a norma ABNT 15316 – 3: 2009, que estabelece os requisitos para chapas de densidades diferentes, produzidas para os mais diversos fins (estrutural, geral, forro, parede, dentre outros). Dessa forma, foi possível atestar a viabilidade de produção da chapa em pequena escala, garantindo a parcial substituição das chapas MDF disponíveis no mercado, o que comprova a real oportunidade de crescimento sustentável, através da geração de renda e desenvolvimento sócio ambiental.

Palavras-chave

Pupunha (*Bactris Gasipaes*); Resíduos agro industriais; Fibras naturais; Poliuretano vegetal; Chapas de partículas; MDF; Tecnologia social.

Abstract

Temer, Bruno; d'Almeida, José Roberto Moraes (advisor). **Development and characterization of fiber boards from fibers of Pupunha palm tree (*Bactris Gasipaes*)**. Rio de Janeiro, 2010. 93p. Msc. dissertation - Departamento de Engenharia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Aiming to adapt the consumer society to a life less harmful to the environment, the research for materials produced from renewable sources and subject to biodegradation is increasing. However, for this transition to be more efficient, it is necessary to change not only the materials that are being produced but also the production logistics and production processes used. On this basis, the objective of this work is to develop and characterize a fiberboard, developed from the agro-industry waste of Pupunha's palm heart (*Bactris gasipaes*), to be produced through the training of local farmers, processes with low complexity technology, low cost of implementation and minimal environmental impact associated with its production. The tests were performed according to the ABNT 15316 - 2:2009, which determines the parameters of sampling and test methods for medium density fiberboard (MDF). The vegetal based polyurethane was used as adhesive/ binder. The samples were produced in different proportions fiber / matrix. The results were analyzed following the ABNT 15316-3: 2009, which establish the requirements for plates of different densities, produced for different purposes (structural, general, lining, wall, among others). Thus it was possible to demonstrate the feasibility of a small scale production of the alternative fiberboard, ensuring the partial replacement of the medium density fiberboards usually available on the market. This points out to the growth opportunity of the rural communities through income generation and socio-environmental development.

Keywords

Pupunha (*Bactris Gasipaes*); agro industrial waste; natural fibers; vegetal based polyurethane; Fiberboards; MDF; social technology.

Sumário

1 . Introdução	13
1.1. Chapas de fibras	15
1.2. Pupunha	15
2 . Objetivo	18
2.1. Caracterização das fibras de Pupunha	18
2.2. Caracterização das placas estruturais	19
2.3. Transferência de tecnologia	19
3 . Revisão bibliográfica	20
3.1. Silvicultura	20
3.2. Chapas de fibras	22
3.3. Matérias-primas alternativas	23
4 . Materiais e métodos	27
4.1. Materiais	27
4.1.1. Resina Imperveg UG 132-A	27
4.1.2. Fibras de Pupunha (Bactris Gasipaes)	29
4.2. Métodos	35
4.2.1. Beneficiamento dos resíduos/ fibras	35
4.2.2. Caracterização das fibras	38
4.2.2.1. Corpos de prova para análises em microscopia	38
4.2.2.2. Corpos de prova para ensaio de tração em fibras	40
4.2.3. Caracterização das placas	42
4.2.3.1. Corpos de prova para caracterização mecânica	42
4.2.3.2. Análise da regularidade dimensional, densidade e inchamento percentual	49
5 . Resultados e discussão	50
5.1. Caracterização das fibras	50
5.1.1. Análises em microscopia eletrônica de varredura	50
5.1.2. Análises em microscopia ótica digital	52
5.1.3. Ensaio de tração em fibras e análise da densidade	54
5.2. Caracterização das chapas de fibra	57
5.2.1. Ensaios de flexão comparativos	57
5.2.2. Ensaios de flexão de acordo com a norma ABNT para MDF	62

5.2.3. Análise da regularidade dimensional, densidade e inchamento percentual	68
6 . Conclusão	71
7 . Sugestões para trabalhos futuros	72
8 . Referências bibliográficas	73

Lista de figuras

Figura 1 – touceiras manejadas	30
Figura 2 – critério para seleção de perfilhos para o abate	31
Figura 3 - hastes pré-beneficiadas	32
Figura 4 - palmito beneficiado pronto para ser embalado	32
Figura 5 - camadas externas – descarte do pré beneficiamento de um tolete	33
Figura 6 - camadas internas – descarte do beneficiamento de um tolete	33
Figura 7 – Palmeira jovem de Pupunha, partes aproveitáveis e resíduos	34
Figura 8 – triturador elétrico	34
Figura 9 – moenda de cana manual	35
Figura 10 – Fibras beneficiadas no triturador elétrico	36
Figura 11 – Fibras beneficiadas na moenda de cana-de-açúcar	37
Figura 12 – feixes de fibra a serem embutidos em resina Epóxi	39
Figura 13 – fibras embutidas em resina epóxi	40
Figura 15 – corpo de prova posicionado na máquina de ensaios universal	41
Figura 16 - montagem do colchão de fibras embebidas em resina	43
Figura 17 – prensa e forma utilizadas para a confecção das placas	44
Figura 18 - Chapas de fibras de Pupunha (10mm de espessura)	46
Figura 19 – Uso de maquinário tradicional de marcenaria	47
Figura 20 – fibra tratada (MEV)	51
Figura 21 – fibra não tratada (MEV)	51
Figura 22 – fibra danificada	51
Figura 23 – seção transversal das fibras	53
Figura 25 – Tensão x deformação: Chapa média densidade 60/40	66
Figura 26 –Gráfico Tensão X Deformação MDF 6mm	66
Figura 27 – banco produzido a partir da chapa de fibras de Pupunha	68

Lista de tabelas

Tabela 1 - Condições experimentais da primeira batelada de ensaios	45
Tabela 2- Dados referentes às fibras de pupunha oriundas de cada máquina	55
Tabela 3 – Propriedades de fibras vegetais e sintéticas (Marinelli et al. 2005)	54
Tabela 4 – Dados do ensaio de flexão comparativo (ASTM D1037 -06 A)	59
Tabela 5 – Tabela de requisitos para chapas de partículas (ANSI A208.1-1999, p.9)	60
Tabela 6 – Subtipos e usos recomendados para as chapas de partículas com diferentes densidades (ANSI A208.1-1999, p.11)	60
Tabela 7 – Dados referentes ao ensaio de flexão (ABNT 15316 - 3:2009)	63
Tabela 8 – Requisitos ABNT 15316 - 2:2009	64

Lista de anexos

Anexo A - Ensaio de tração para fibras beneficiadas na moenda de cana de açúcar	76
Anexo B - Ensaio de tração para fibras beneficiadas na picadeira elétrica	80
Anexo C - Ensaio de Flexão para as chapas de média densidade, proporção 60/40	84
Anexo D - Ensaio de Flexão para as chapas de baixa densidade 70/30	86
Anexo E - Ensaio de Flexão para as chapas de MDF <i>Standart</i> de referência	90
Anexo F - Análise da densidade percebida	92
Anexo G - Análise do inchamento percentual após 24 hs de imersão	93