



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS – PPGCIFA



ANÁLISE DO RENDIMENTO E DA EFICIÊNCIA NO
DESDOBRO DE ESTIPE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

AGATHA ARAÚJO TRINDADE

MANAUS
2013

AGATHA ARAÚJO TRINDADE

ANÁLISE DO RENDIMENTO E DA EFICIÊNCIA NO
DESDOBRO DE ESTIPE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

Dissertação de Mestrado, apresentada ao
Colegiado de Curso de Pós-Graduação
em Ciências Florestais e Ambientais da
Universidade Federal do Amazonas,
como requisito para obtenção do título
de mestre.

Orientador: Prof^o. Dr. Fernando Cardoso Lucas Filho

MANAUS
2013

AGATHA ARAÚJO TRINDADE

ANÁLISE DO RENDIMENTO E DA EFICIÊNCIA NO
DESDOBRO DE ESTIPE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

Dissertação de Mestrado, apresentada ao
Colegiado de Curso de Pós-Graduação
em Ciências Florestais e Ambientais da
Universidade Federal do Amazonas,
como requisito para obtenção do título
de mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Karla Mazarello
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof^a. Dra. Claudete Barbosa Ruschival
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof^a. Dr. Nabor da Silveira Pio
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Aprovado em 26 de julho de 2013

Dedico este trabalho ao meu Avô Agripino Pereira de Araújo por sempre nos mostrar a perseverança e relevância na luta pelo futuro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço Universidade Federal do Amazonas.

Ao meu orientador Professor M.Sc. Prof. Dr. Fernando Cardoso Lucas Filho, pela oportunidade e atenção.

Ao Sr. João Gabriel C. Neto pela doação das palmeiras utilizadas no estudo.

À Coordenação do Laboratório de Preservação da Madeira da Faculdade de Ciências Agrárias (LABAF/FCA/UFAM) na pessoa da Professora Dra. Norma, por conceder a infra-estrutura para secagem e pesagem das amostras.

Ao Coordenador da Oficina de Madeira do Curso de Design na pessoa do professor Esp. Fabio Henrique Maximo.

À Professora Karla Mazarello pelo apoio, incentivo e amizade.

Ao Sr. Jair, técnico da Oficina de Madeira do Curso de Design, pela ajuda nos no desdobramento das amostras. A Sra. Laiza, técnica do Laboratório de Preservação da Madeira e ao Manuel Roberto, técnico do LABAF pelo auxílio com as minhas amostras.

Às amigas de hoje e sempre, Suellen, Jesuina, Kesia e Renata, por cederem livros, outros materiais e acima de tudo apoio.

E aos amigos Fabio Maximo e Álefe Viana pelo enorme apoio.

Agradeço à minha família, pela ajuda, apoio, compreensão e incentivo, em especial à minha mãe Carmozina, meu tio Chiquinho e minha tia Gracimar, por estarem sempre comigo nos momentos difíceis.

E finalmente agradeço a Deus, por tudo.

ANÁLISE DO RENDIMENTO E DA EFICIÊNCIA NO DESDOBRAMENTO DE ESTIPE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

RESUMO: A valoração de resíduos vegetais provenientes de processos produtivos mostra-se uma alternativa de ganhos para empresas geradoras destes materiais. No entanto, análise quanto ao rendimento e eficiência promove uma visão sistêmica do desempenho para os resíduos agroindustriais. O estipe descartado no abate das palmáceas adultas é proveniente de processos produtivos da atividade agrícola, tornando os passíveis ambientais. Foram selecionados 15 indivíduos com idades médias de 10 a 15 anos e divididos em três seções (ápice, meio e base), sendo retirada de cada seção 50 cm e sofreram dois cortes longitudinais com o auxílio do motosserra, para retirada do material esponjoso, com secagem de em estufa $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. O desdobro ocorreu em dois momentos (transformação em refilões e retirada da casca e resquíio da parte medular), executados na serra de fita, serra circular e lixadeira. Foram determinados o rendimento pela relação do volume bruto e volume desdobrado e a eficiência pela relação entre o volume de amostras serradas por um determinado período ou turno e o número de operários envolvidos. Ao tratarmos do rendimento do experimento. A seção do meio apresentou maior rendimento percentual com 41,78 %, e as amostras da base e as extras apresentaram percentuais de 23,86 % e 29,07% com total de 94,07%. E eficiência técnica conseguida foi de 3,43 e 16,71 m³/operário/turno. Contudo, a viabilidade do uso da parte periférica do estipe os dados referentes ao rendimento e eficiência do experimento conduzem ao aproveitamento para desenvolvimento de novos produtos e artefatos.

Palavras-chaves: Resíduos agroindustriais, estipe de pupunha, rendimento e eficiência.

ANALYSIS OF THE INCOME AND THE EFFICIENCY IN I UNFOLD IT OF STIPE OF PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)

ABSTRACT: The valuation of vegetal residues proceeding from productive processes reveals an alternative of profits for generating companies of these materials. However, analysis how much to the income and efficiency it promotes a systemic vision of the performance for the agro-industrial residues. Stipe discarded in abates it of the adult palms is proceeding from productive processes of the agricultural activity, becoming the environmental liabilities. The 15 divided years and in three sections had been selected 15 individuals with average ages of 10 (apex, way and base), being removed of each section 50 cm and had suffered two longitudinal cuts with the aid from chainsaw, for withdrawal of the spongy material, with drying of in 103 greenhouse $\pm 2^{\circ}\text{C}$. I unfold it occurred at two moments (transformation in refilos and removes of the rind and vestige of the medullary portion), executed in the buzz saw, band saw and sander. They had been determined the income for the relation of the rude volume and unfolded volume and the efficiency for the relation enters the volume of samples sawed for one determined period or turn and the number of involved laborers. When dealing with the income of the experiment. The section of the way presented greater percentile income with 41,78%, and the samples of the base and the extras had presented percentages of 23,86% and 29,07% with 94,07% total. And 16,71 obtained efficiency was of 3,43 and m³/worker/bout. However, the viability of the use of the peripheral part of stipe the referring data to the income and efficiency of the experiment lead to the exploitation for development of new products and devices.

Keywords: Agro-industrial residues, stipe of pupunha, income and efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Anatomia do caule de monocotiledôneas.....	17
Figura 2. Distribuição dos feixes vasculares no cilindro central.....	18
Figura 3. Fibras na seção transversal: Lume reduzido e parede celular espessa na porção mais periférica do cilindro central (400x).....	18
Figura 4. Mosaico (10x5) das seções transversais do estipe.....	21
Figura 5. A. Secção da altura do peito.B. Secção basal. C. Porcentagem do gradiente de concentração de fibras da espessura da amostra da secção basal.....	22
Figura 6. Representação do desdobro radial.....	29
Figura 7. Representação do desdobro radial.....	29
Figura 8. Ilustração do princípio de descascamento da tora.....	31
Figura 9. Ilustração do princípio de faqueamento da tora.....	32
Figura 10. Local do estudo. Sitio no Km 08 Iranduba-Manaus.....	34
Figura 11. Divisão Virtual do estipe.....	35
Figura 12. Mensuração da amostra.....	36
Figura 13. Representação dos cortes longitudinais.....	36
Figura 14. Método de secagem.....	37
Figura 15. Visualização da parte periférica do estipe.....	37
Figura 16. Maquinário utilizado no desdobro.....	38
Figura 17. Visualização do desdobro.....	38
Figura 18. Amostras da secção do meio (à esquerda) e da base (à direita).....	42
Figura 19. Adaptação na plainadeira.....	43
Figura 20. Amostras extras, vista da parte periférica.....	54
Figura 21. Moveis confeccionados com estipe de punha.....	56
Figura 22. Painel decorativo com pastilhas de pupunha.....	57
Figura 23. Composição do compensado da Fibra Design.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro I. Valores volumétricos referente às três primeiras classes de Valério (2007).....**47**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios da retração tangencial e radial, da razão e dos seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação.....	20
Tabela 2. Valores corroborados por Rocha (2002).....	20
Tabela 3. Propriedades em flexão da pupunha e de alguns materiais estruturais (Bacellar, 2010).....	22
Tabela 4. Propriedades em compressão da pupunha comparada a outras espécies (BACELLAR, 2010).....	23
Tabela 5. Classe de resistência das dicotiledôneas (NBR 7190, 1997).....	24
Tabela 6. Comparações das densidades obtidas por Bacellar (2010) para pupunha e coqueiro.....	25
Tabela 7. Amostras de pupunha com 3 mm de espessura (Unidade – MPa) (Bacellar e d’Almeida ,2011).....	25
Tabela 8 Amostras de pupunha e coqueiro com espessura de 10 mm (unidade MPa).....	26
Tabela 9. Valores obtidos em ensaios de outras espécies levantados por Bacell d’Almeida (2011).....	26
Tabela 10. Volume sem medula das amostras por secção em cm.....	44
Tabela 11 Volume do desdobro das amostras por secção.....	45
Tabela 12. Média e diferenças entre amostras no volume bruto em cm.....	46
Tabela 13. Média e diferenças entre amostras no desdobro em cm.....	46
Tabela 14. Volume residual por secção.....	47
Tabela 15. Valores do rendimento disposto por secção do estipe.....	48
Tabela 16. Valores fornecidos por Biase (2007).....	49
Tabela 17. Projeção ao uso do estipe ate 25 cm acima do ponto médio, dados metros.....	50
Tabela 18. Resultados da eficiência técnica no desdobro das amostras.....	51
Tabela 19. Tempo médio no desdobro de uma sub-amostras do estipe de pupunha.	52
Tabela 20. Número de amostras desdobradas por dia.....	52
Tabela 21. Descrição do rendimento e eficiência do experimento.....	539

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Problema de Pesquisa.....	13
1.2	Premissa da Pesquisa.....	14
1.3	Objetivos.....	14
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Produtos Ecológicos.....	15
2.2	Descrição sobre a Pupunha e Perfil de Extração.....	15
2.3	Características anatômicas do estipe de pupunheira.....	17
2.4	Análises e Avaliação de Propriedades Físicas e Mecânicas do Estipe.....	19
2.5	Operações de Desdobro da Madeira	28
2.6	Rendimento e Eficiência.....	32
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1	Local do Estudo.....	34
3.2	Obtenção da matéria-prima.....	35
3.3	Pré-beneficiamento e secagem das amostras.....	36
3.4	Desdobro.....	37
3.4.	Estimativa Volumétrica	39
3.5	Avaliação do rendimento do estipe utilizado no desdobro.....	40
3.6	Análise da eficiência no desdobro da matéria-prima.....	40
3.7	Análise Estatística.....	41
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1	Observações quanto ao Estipe de Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	42
4.2	Estimativa Volumétrica.....	44
4.3	Rendimento.....	48
4.4	Eficiência	51
4.5	Viabilidade de Uso, Fatores Limitantes e Sugestões de Utilização para Matéria-Prima.....	53
5.	CONCLUSÃO.....	59
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

1. INTRODUÇÃO

Contemplando os aspectos econômicos e ambientais da sustentabilidade, a valoração de resíduos vegetais provenientes de processos produtivos mostra-se uma alternativa de ganhos para empresas geradoras destes materiais. Entretanto, para desenvolver o processo de valoração de um resíduo é necessário explorar o processo de geração do mesmo (SEBE *et al.*, 2011) bem como considerar os parâmetros de desempenho atuais relacionadas com a qualidade e a produtividade, no que concerne ao gerenciamento dos recursos produtivos (ROSA *et al.*, 1996).

Atrelando as novas premissas do mercado atual, os produtos ecológicos estão voltados para o consumidor, e devido às características relacionadas ao ciclo de vida do produto e principalmente aos parâmetros que indica o quanto este é nocivo ao meio ambiente tem aumentado a sua importância para o cliente final (JACQUES E PAULA, 2007). Essa valorização se dá pelo despertar da consciência da sociedade para o meio ambiente, de modo a educar o produtor e consumidor, ao mesmo tempo visionar para novos mercados (TRINDADE, 2010).

Hoje, diversos artigos brasileiros são exportados para Europa, onde organismos governamentais divulgam a cifra de US\$ 6 bilhões anuais na Europa, apenas com produtos orgânicos (ARAUJO, 2010). Tal abordagem nos dias atuais intervém para uma visão de sustentabilidade para atividade agroflorestal, sendo que a utilização de resíduos florestais provenientes de outros processos é pertinente para geração de novos produtos e serviços ecológicos.

Analizando a exploração agroindustrial as atividades vinculadas na produção e industrializações do palmito no Amazonas pesquisadores observam que tal processo apresenta como consequência à geração de resíduos, causando problemas para o meio ambiente e tais como geração de gases de efeito estufa. Dessa atividade descartam-se a estipe, folhas e bainhas externas, que representam aproximadamente 13 kg de resíduos (FERMINO *et al.*, 2010) de um único indivíduo, onde somente a bainha interna presente na estipe, seja utilizada para comercialização. Considerando que uma fábrica produz em torno de 131t resíduo/mês, onde parte desse material, que permanece no local da colheita, e no processamento não apresenta nenhuma finalidade prática, tornando-se passivo ambiental

(SILVA *et al.* 2009)¹. O mesmo acontece como os indivíduos oriundos do banco de sementes da agroindústria de palmito que produzem sementes de qualidade nos períodos 3 a 10 anos de idade.

Tal produção exige uma demanda contínua de sementes e mudas, originárias de matrizes, grande áreas de cultivo de palmeiras adultas. Quando atingem maior idade, devido às grandes alturas e à diminuição da produção, que geram aumento dos custos, os produtores são forçados a manejar a touceira para dar lugar ao estipe em frutificação. Esse processo gera como subproduto um volume elevado de estipes, que são abandonados no local (FONSECA, 2010).

Para extração do palmito, as palmeiras mais usuais são o açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e a juçara (*Euterpe edulis* Mart.). Atualmente outras espécies cultivadas sobressaem na produção de palmito, e em particular a pupunha (*Bactris gasipaes* Mart.), com grande potencial econômico (GIORDANO, 2007), tendo como exemplo de utilização de seus estipes nas tecnologias de produção de compensados da empresa Fibra Design Sustentável (2011) que descreve o material como lenhoso de alta densidade e rigidez, alcançando um acabamento final de altíssima qualidade devido à superfície lisa, proporcionada pela textura fina. Ações como estas representam uma alternativa ao desmatamento das florestas nativas para obtenção de madeira, criando um processo produtivo em torno da pupunha e agregando valor a um resíduo da agroindústria, permitindo a ampliação do ciclo de vida da espécie.

No entanto, para verificar a viabilidade o uso desta matéria-prima, é necessário realizar a análise do rendimento e da eficiência proporcionando uma visão do desempenho, no aproveitamento do material lenhoso do estipe, que poderá definir a capacidade de produção no uso do material e o desenvolvimento de novos produtos, elementos chave no alcance e manutenção da produtividade, qualidade e competitividade.

Esta pesquisa apresenta um estudo sobre a viabilidade técnica do aproveitamento do estipe da pupunha, analisando o rendimento e a eficiência no processo primário da industrialização, o desdobro.

¹ Dados médios fornecidos por meio de comunicação pessoal com indústrias de beneficiamento de palmito (SILVA *et al.* 2009)

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Para suprir a demanda crescente do mercado, novos produtos são confeccionados aumentando o consumo de recursos naturais e de resíduos sólidos nos setores urbanos, indústrias e agroindustriais gerando um impacto sobre o meio ambiente (PUPO 2012).

As conseqüências do comportamento de consumo da sociedade, principalmente em relação aos resíduos da produção em escala e as práticas que hoje são reconhecidamente inadequadas em termos ambientais; gerando a escassez de recursos mesmo em regiões privilegiadas e de novas possibilidades tecnológicas de materiais e mesmo processos de produção no que tange às questões de sustentabilidade e eco-eficácia (JACQUES E PAULA, 2007).

Segundo Pupo (2012) os resíduos agroindustriais são provenientes de processos produtivos da atividade agrícola, ou seja, são provenientes de matérias-primas produzidas no campo, resultantes das atividades de colheita dos produtos agrícolas. No caso deste estudo, o acúmulo de resíduos que a pupunheira gera, depois da extração do palmito, é de 80 a 90% do seu peso bruto, sendo que uma haste pesa em média 4 kg e gera aproximadamente 3,5 kg de resíduo. Esses resíduos ficam depositados no próprio local de colheita e grande parte desse material é fibrosa, de degradação lenta (PALMITOS ROSOLEN, 2010), podendo haver o aumento do resíduo decorrente a data de corte na lavoura.

Uma agroindústria de palmito demanda que uma parte do terreno seja destinada à produção de mudas, que são produzidas a partir das sementes, que são conservadas pelos frutos. Estas são produzidas por palmáceas adultas, com até 10 anos, que é a idade limite para se colher bons frutos e em boa quantidade, o que resulta em muitas mudas sadias (BACELLAR, 2010).

Este limite de idade para produção de sementes gera um resíduo, que pode ser aproveitado como matéria-prima para a indústria moveleira e de construção civil, entre outras. A madeira² é, então, proveniente dessas geradoras de sementes e oriunda de plantas acima de três anos (LEEUEWEN, 2006).

² O autor refere-se ao estipe de palmeira como madeira devido o manuseio ser semelhante ao utilizado para madeira na fabricação de moveis e artefatos.

Entretanto, para que haja uma intervenção no uso desses materiais em projetos que desejam ser ecologicamente responsáveis, socialmente relevantes, tecnologicamente apropriados e que atendam aos desejos dos consumidores (GOUVINHAS e FILHO, 2010) necessitam de um planejamento da capacidade de informações quantitativas em relação ao processamento do material descartado. Porém, dados relativos ao rendimento do estipe de pupunha referentes ao seu processamento de desdobro, bem como a eficiência na execução do mesmo, ainda não foram encontradas publicações científicas sobre o tema.

Todavia, para o planejamento da capacidade e a determinação da viabilidade é necessário determinar medidas de desempenho entre elas o rendimento e a eficiência na transformação da matéria-prima. Assim, surge o problema da pesquisa: o rendimento e a eficiência no processamento do estipe de pupunha indicam que o aproveitamento para confecção de novos produtos é viável?

1.2. PREMISSAS DA PESQUISA

Em princípio os resíduos agroflorestais da indústria do palmito na grande maioria não são utilizados no desenvolvimento de produtos ecológicos. A análise do aproveitamento do descarte do estipe do banco de semente, no que concerne ao rendimento e a eficiência no desdobro da matéria-prima possibilitará a determinação da viabilidade técnica do estipe de pupunha para aproveitamento em novos produtos.

1.3. OBJETIVOS

Geral:

Analisar a viabilidade do aproveitamento do estipe da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) para produção de matéria-prima utilizada em moveis e artefatos.

Específicos:

- Avaliar o rendimento do estipe no desdobro;
- Analisar a eficiência no desdobro da matéria-prima para fabricação;
- Apontar os possíveis fatores limitantes ao uso da matéria-prima;
- Determinar a utilização da matéria-prima, com base no rendimento e eficiência.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produtos Ecológicos

Um dos mercados de maior potencial neste século é o de produtos ecológicos voltados ao consumidor final. Sem deixar nada a desejar aos outros dois grandes nichos do século – a informática e a biotecnologia-, esse é um mercado ainda pouco ou quase nada explorado no Brasil e América do Sul (ARAÚJO, 2010).

IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento a Habitação Ecológica (S/D) define os Ecoprodutos ou Produtos Ecológicos como artigos e/ou bens de consumo elaborados sem agredir o meio ambiente e a saúde dos seres vivos, a partir do uso de matérias-primas naturais renováveis ou naturais não renováveis, mas reaproveitáveis, recicladas ou que impactem o mínimo possível durante seu processo de fabricação e pós-uso.

Em sua visão Araujo (2010) determina que os produto ecológico é todo artigo que, artesanal, manufaturado ou industrializado, de uso pessoal, alimentar, residencial, comercial, agrícola e industrial, seja não poluente, não tóxico, notadamente benéfico ao meio ambiente e à saúde, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo econômico e social sustentável.

Contudo, o principal beneficiado pelo uso de um ecoproduto é a própria sociedade, que, ao incorporar tais artigos, contribui para a promoção de toda uma cadeia que envolve produtores, consumidores, comerciantes, educando a todos para uma cultura da sustentabilidade (IDHEA, S/D).

2.2 Descrições Sobre a Pupunha e sua Agroindústria

Miranda e Rabelo (2008) descrevem as seguintes características da *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha) como palmeira em touceiras, raramente monocaule com ate 20 metros de altura, estipe geralmente com espinhos, embora ocorram indivíduos com estipe liso, medindo em média 25 cm de diâmetro. Folhas pinadas e folíolos agrupados regularmente dispostos em diferentes planos, coloração verde na superfície abaxial; bainha aberta e pecíolo curto, e frutos largamente ovoides.

A espécie é cultivada economicamente para produção de frutos e palmitos, no entanto, é comum o cultivo de pupunheiras nas fachadas de prédios, arborização urbana em

meios fios e praças, quintais residenciais, sítios e margens de estradas espalhadas pela Amazônia (MIRADA E RABELO, 2008).

Segundo Palmitos Rosolen (2010) a pupunha tornou-se uma das espécies mais atraentes devido ao seu rápido crescimento (precocidade), levando de 18 a 24 meses para seu primeiro corte (extração do palmito). A primeira colheita geralmente é menos produtiva; corta-se apenas a planta mãe, e o palmito, em geral, é mais curto e de forma um 16 tanto cônica, podendo formar touceiras como até cinco indivíduos que frutificam simultaneamente (FONSECA *et al.*, 2002). De acordo com a Embrapa (2010), somente nos cortes subsequentes, que correspondem ao corte dos perfilhos, é que a cultura mostra todo seu potencial produtivo. O número de perfilhos a serem anualmente cortados, por touceira, varia em função do número de perfilhos que se deixam, do diâmetro do corte, do clima, solo, adubação e tratamentos culturais adotados.

Para Miranda e Rabelo (2008) a espécie tem ocorrência na Amazônia Brasileira e os principais usos são:

- A árvore – tem grande potencial paisagístico para cultivada em fachadas de prédios e na arborização urbana;
- Estipe – o estipe (caule) da pupunheira envelhecido é muito resistente e rígido podendo ser usado na confecção de suporte para assoalhos, casas rurais, artesanatos, armadilhas para peixes, arcos, pontas de flechas, cadeiras, mesas e instrumentos musicais;
- Frutos – são ricos em proteínas, óleos, carboidratos, fibras. Comestíveis após o cozimento ou usados na preparação de ração animal. A polpa do fruto fornece também óleo comestível. Esses frutos são abundantes nas feiras de diversas cidades da Amazônia nos meses de dezembro a março, porém não existem trabalhos de manejo adequados para seleção de frutos de acordo com o paladar do consumidor;
- Palmito – tem grande valor comercial por ser pouco fibroso e de sabor adocicado. A pupunheira produzida para esse fim possui crescimento rápido e grande capacidade de perfilhamento e diâmetro maior que o palmito do açaí (*E. oleracea*).

2.3 Características anatômicas do estipe de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth).

De acordo com Souza (2008), as palmeiras têm estipe geralmente lenhoso, simples ou ocasionalmente ramificado, frequentemente com espinhos, às vezes subterrâneo, cujas folhas nascem ao nível do chão.

Segundo Marchiori (1995), as palmeiras são árvores muito especiais, por não serem lenhosas, no sentido estrito do termo, visto que o lenho é formado a partir do meristema secundário de vegetais superiores. Ainda segundo o autor, plantas arbóreas tais como as palmeiras não possuem tronco verdadeiro, devendo o caule ser chamado de estipe ou estípite. Esta diferença terminológica torna-se necessária, pois o caule das palmeiras é normalmente indiviso, inexistindo as ramificações que caracterizam a copa das demais árvores. Seu estipe não contém casca e madeira, tal como no tronco das demais árvores devido à ausência do cambio vascular em palmeiras.

Segundo Leite (1999), por serem monocotiledôneas apresentam apenas tecidos vasculares primários, na forma de feixes dispersos em um tecido matriz (Figura 1).

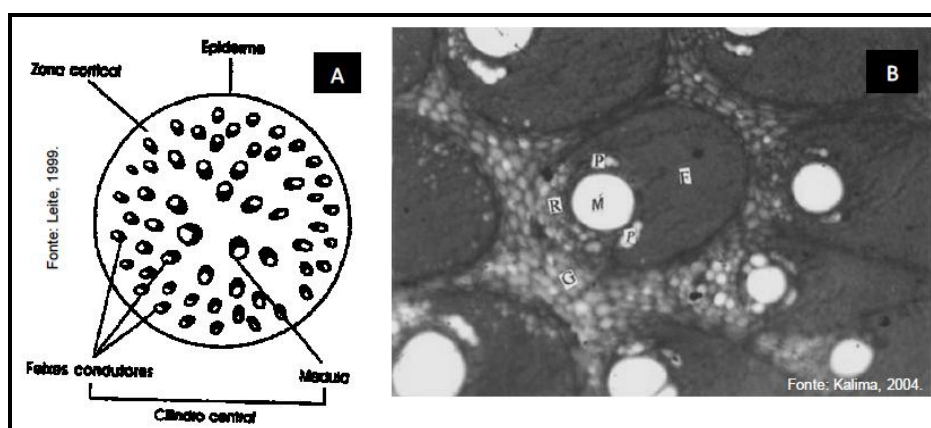


Figura 1. Anatomia do caule de monocotiledôneas. A: Esquema do caule de monocotiledôneas. B: *Calamus occidentalis*. Feixes vasculares com dois campos de floema (P), um vaso de metaxilema (M), protoxilema (R), bainhas de fibra (F) e parênquima (G), seção transversal.

Todas as palmeiras apresentam caule lenhoso (o caule da palmeira, chamado estipe, possui a parte externa endurecida por material fibroso). Muitas palmeiras atingem sua circunferência máxima antes do máximo crescimento em altura (ALVES & DEMATTÊ, 1987).

O estudo científico da estrutura interna do caule de palmeiras teve início no fim do século XVIII (MADY, 2003 Apud TOMLINSON, 1990).

Por se tratarem de Monocotiledôneas, as palmeiras apresentam estruturas internas e externas diferenciadas das Dicotiledôneas. Dentre elas, pode-se citar: o crescimento, a forma das folhas, a forma das raízes e a ausência de câmbio vascular e consequentemente, a ausência de madeira como a conhecemos e conceituamos usualmente. Porém, as palmeiras possuem uma faixa densa de feixes vasculares cujas fibras que compõem a meia-bainha apresentam-se bastante compactadas e com paredes muito espessas e lume reduzido (Figura 2 e 3), garantindo assim boa rigidez ao estipe (MADY, 2003).

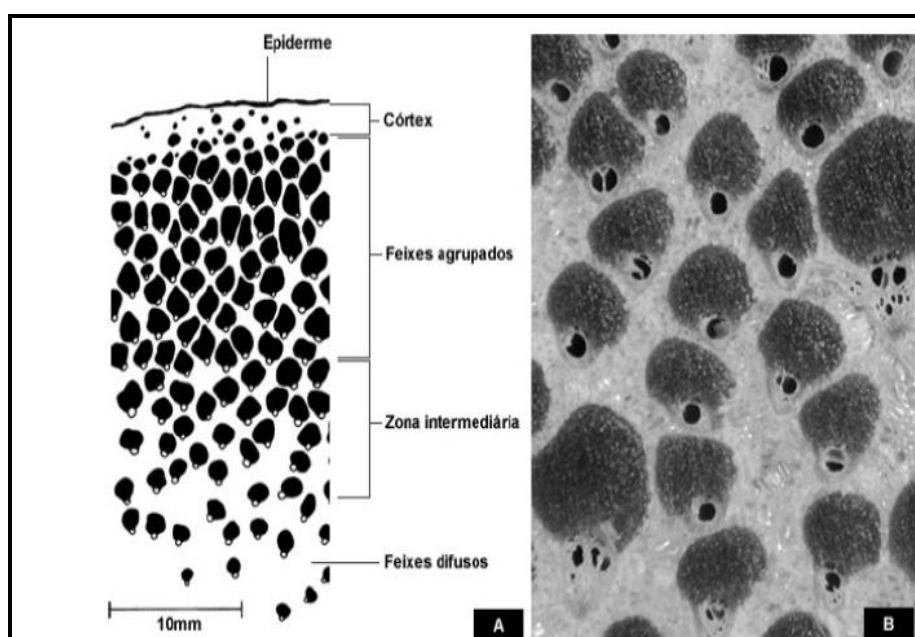


Figura 2. Distribuição dos feixes vasculares no cilindro central. A: Concentração dos feixes na região mais periférica. B: Seção transversal do cilindro central na porção mais adensada de feixes (10x).

Fonte: Mady, S/D.

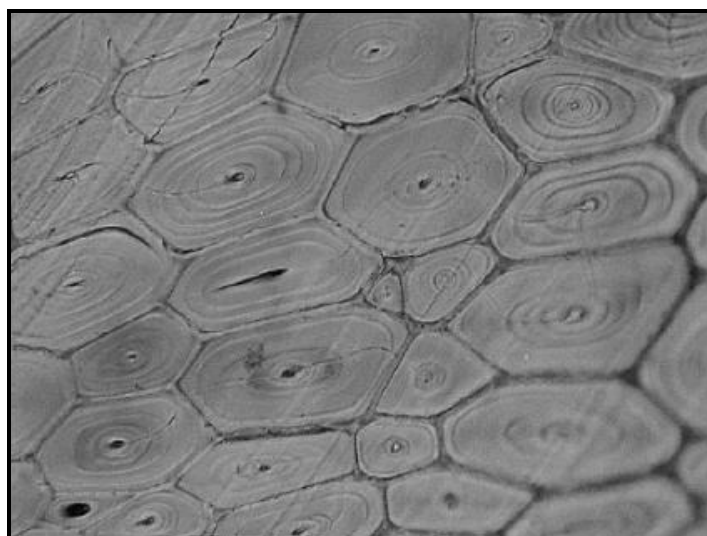


Figura 3. Fibras na seção transversal: Lume reduzido e parede celular espessa na porção mais periférica do cilindro central (400x)

Fonte: Mady, S/D.

As pesquisas realizadas com diferentes espécies de palmeiras, no que diz respeito à anatomia apresentam resultados semelhantes, demonstrando que a parte externa do estipe é chamada de epiderme; o cilindro central do estipe é composto pela periferia e córtex. A periferia é a região mais lignificada e, conseqüentemente, mais densa e dura do estipe de uma palmeira, formando o cilindro de suporte das palmeiras, sendo constituída de feixes vasculares, intercalados com parênquima esclerificado (PYYKKO, 1985), sendo feixes vasculares, feixes de fibras, protoxilema, metaxilema, floema e parênquima, os elementos anatômicos presentes em palmeiras (TOMLINSON *et al.*, 2001).

2.4 Análises e Avaliações de Propriedades Físicas e Mecânicas do Estipe de pupunha.

Silva (2010) abordou as seguintes análises sobre as propriedades físicas e mecânicas do estipe de pupunha:

QUANTO À DEFORMAÇÃO

Mesmo tendo passado pelo processo de secagem ao ar livre não foi detectado defeitos que costumam ocorrer em espécies arbóreas, tais como: rachas no topo e superficial, encanoamento, encurvamento, arqueamento, torcimento, colapso e fendas internas. Pelo o fato das palmeiras apresentarem, na metade do tronco, diâmetro superior à base e ao topo, assim, pode-se admitir que o encurvamento não seja defeito de secagem e sim da própria formação do tronco.

TRABALHABILIDADE

Nas operações de aplainamento, fresamento e furação, não foram observados defeitos predominantes como ocorrem com algumas espécies arbóreas, onde são detectados defeitos, tais como: grã arrancada, grã esmagada, grã felpuda e grã lascada. Porém o desdobro do estipe, em serras, é extremamente difícil, podendo-se admitir que essa dificuldade está diretamente relacionada a alta densidade básica da parte externa do estipe ($1,07 \text{ g/cm}^3$), sendo superior a todas as densidades das espécies arbóreas da Amazônia estudada no momento.

FLEXÃO ESTÁTICA E RETRAÇÃO

Os ensaios de flexão estática, onde foram determinados os módulos de elasticidade (MOE) de ruptura (MOR), revelam altíssimos valores, os quais são superiores aos obtidos pelas espécies arbóreas amazônicas.

$$\text{MOE} = 176.000 \text{ Kg/cm}^2;$$

$$\text{MOR} = 1756 \text{ Kg/cm}^2.$$

Os resultados dos ensaios de retração podem ser observados na Tabela 1, onde verifica-se que a retração tangencial e radial são praticamente iguais, conforme pode-se constatar na razão (relação retração tangencial/retração radial)= 1,04. Diante desse fato, pode-se admitir que a retração tangencial e radial, do estipe da pupunha, não apresenta comportamento anisotrópico como é o caso das espécies arbóreas. Esses valores são corroborados por Rocha et al (2002) em seu trabalho sobre *Utilização da Madeira da Pupunha em Arco para Violino* que a relação T/R demonstrou excelente estabilidade dimensional na madeira de pupunha (Tabela 2).

Tabela 1. Valores médios da retração tangencial e radial, da razão e dos seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação (Silva, 2010).

	RETRAÇÃO		
	Tangencial	Radial	Razão
Média	4,58	4,41	1,04
Desvio Padrão	0,084	0,296	0,084
C. variação	4,98	6,71	8,00

Tabela 2. Valores corroborados por Rocha (2002).

	Valores
Módulo de Elasticidade (MOE)	176.000 kg/cm ²
Módulo de ruptura (MOR)	1756 kg/cm ²
Densidade (D)	1,07 g/cm ³
Retração Tangencial (RT)	4,58%
Retração Radial (RR)	4,41%
Relação T/R	1,04

A análise por microscopia óptica digital (MOD) realizada por Bacellar (2010) revelou que os valores das propriedades mecânicas são bastante influenciados pelos aspectos microestruturais do estipe de pupunha e do coqueiro. Os mosaicos representativos das seções transversais das amostras de pupunha que foram submetidas ao ensaio de flexão e obteve, respectivamente, o menor e maior valor de tensão de ruptura estão mostradas na Figura 4. As medidas das frações em área das fibras para cada amostra foram de 53% e 61%, respectivamente, indicando que a fração de fibras dispostas axialmente em relação ao eixo do estipe é um parâmetro importante no comportamento mecânico da pupunha (BACELLAR, 2010).



Figura 4. Mosaico (10x5) das seções transversais do estipe. **A.** Secção transversal do corpo de prova que a apresentou o menor valor de tensão de ruptura em flexão. **B.** Secção transversal do corpo de prova que a apresentou o maior valor da tensão de ruptura em flexão.

Fonte: Bacellar, 2010.

Nos mosaicos da Figura 5 analisou-se a fração volumétrica de fibras de uma retirada a 1,5 m de altura e de uma retirada da base. Pode-se constatar, através de análise visual, que corpo de prova basal possui mais fibras orientadas na direção axial. Esse resultado confirma o que utilizadores da madeira pupunha e do coqueiro já haviam comprovado de forma empírica, alegando que a madeira basal é a mais resistente (BACELLAR, 2010).

Nos ensaios de flexão Bacellar (2010) dividiu as amostras de pupunha em sem tratamento e imersão em água. Nas amostras que não sofreram nenhum tratamento, pode-se observar que, inicialmente, apresenta um comportamento linear e que a falha não ocorre de maneira brusca, mas sim de modo gradual, até ser alcançada uma tensão máxima, onde há então, uma quebra brusca da resistência. Entretanto, não há separação da peça em duas peças distintas.

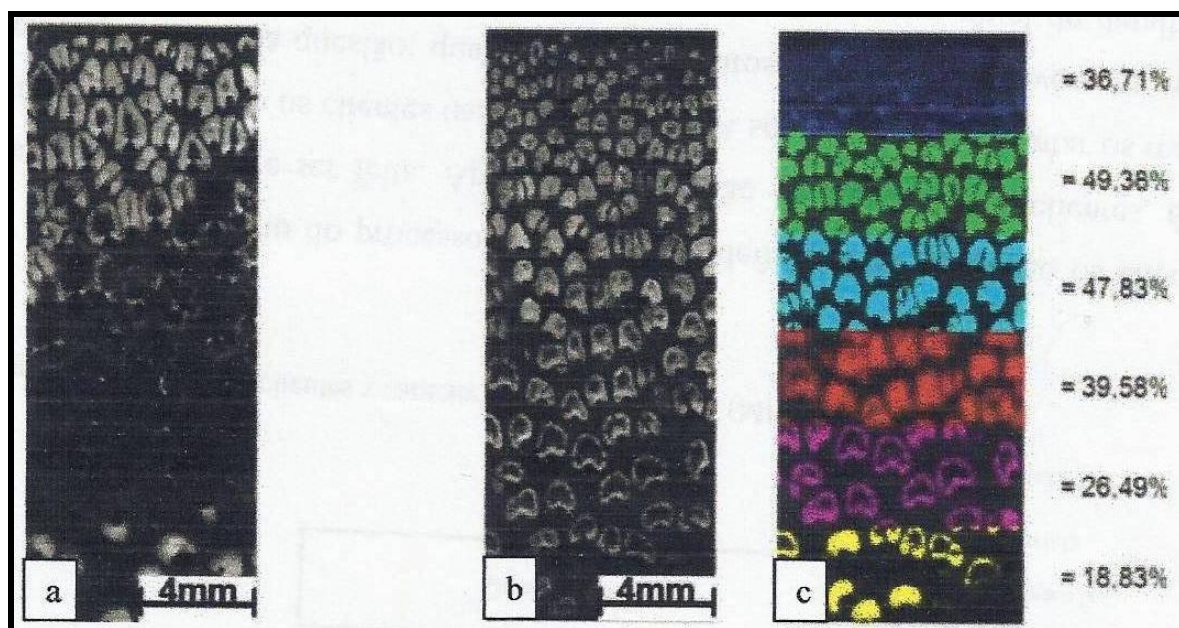


Figura 5. A. Seção da altura do peito. B. Seção basal. C. Porcentagem do gradiente de concentração de fibras da espessura da amostra da seção basal.

Fonte: Bacellar, 2010.

Os resultados obtidos para resistência a flexão após a secagem e imersão da pupunha em água destilada não apresentam variação estaticamente significativa em relação à pupunha testada sem tratamento. Pode-se observar, entretanto, que houve um aumento do desvio padrão para esses resultados (Tabela 3), observando um ligeiro aumento no módulo de elasticidade e uma ligeira redução da deformação. Esses resultados parecem indicar que houve extração de compostos solúveis da pupunha durante a imersão, enrijecendo o material, onde a falha não ocorreu de modo brusco e não houve a separação da amostra em duas peças (BACELLAR, 2010).

Tabela 3. Propriedades em flexão da pupunha e de alguns materiais estruturais (Bacellar, 2010).

	Tensão máxima (Mpa)	Módulo elástico (Gpa)	Deformação (%)
Pupunha	214 ± 12	20,31 ± 1	1,8 ± 0,1
Pupunha imersão	200 ± 17	22,1 ± 1	1,6 ± 0,1
Pupunha envelhecida	196 ± 14	22,4 ± 1	1,6 ± 0,2

Maçaranduba	146 ± 16	13,1 ± 1	2 ± 0,3
Jatobá (Dias et al, 2004)	159	22,9	-
Compósito reforçado por fibras de vidro. Vf= 0,36 (Chacón et al, 2007)	351 ± 5	20 ± 2	-
Compósito reforçado por fibras de vidro envelhecido. Vf= 0,36 (Chacón et al, 2007)	285 ± 55	17 ± 2	-
BLC tratado como água e colado com cascophen (Paes et al, 2009)	89	9.6	-

Nos ensaios de exposição ao tempo. As amostras foram expostas aos raios UV e a umidade por 3980,48 horas. Conforme a Tabela 3, isso gerou uma redução na resistência. Mesmos assim, os valores obtidos são altos e comparáveis a madeiras como o jatobá e maçaranduba, que não foram submetidas ao ensaio de envelhecimento. Esse ensaio demonstrou que a pupunha além de ter valores de modulo de ruptura (MOR) e modulo de elasticidade (MOE) em flexão muito alto ainda resiste muito bem à exposição ao tempo. De fato, se forem comparadas as porcentagens médias de redução das propriedades mecânicas da pupunha e de compósitos de fibra de vidro, que foram submetidos ao mesmo ensaio, pode-se observar que compósito sintético teve uma redução de quase 30% no MOR, enquanto para pupunha esse valor foi de aproximadamente 10% (BACELLAR, 2010).

Em seus estudos Bacellar (2010) nos ensaios de compressão paralela as fibras realizadas apenas com a pupunha sem tratamento e os valores médios obtidos demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4. Propriedades em compressão da pupunha comparada a outras espécies (BACELLAR, 2010).

Espécies	Compressão paralelas as fibras MPa
Pupunha	83 ± 0.2
Jatobá (Calil Junior et. al. 2000)	91
Maçaranduba (Calil Junior et. al. 2000)	83
Bambu (blc) Cascophen (Paes et. al. 2009)	40,74

Segundo Gindl (2002) o parâmetro mais importante para determinar a resistência à compressão é a densidade, seguido pelo ângulo das microfibrilas. Isso ocorre porque quando se comprime a madeira na direção paralela as fibras, pode –se causar dobras na estrutura fibrilar fazendo com que a parte lateral da parede celular flambe (DINWOODIE, 1981), bem

como a variação da umidade afeta diretamente as propriedades mecânicas de compressão paralelas as fibras (LONGSDON, 1998).

De acordo com a NBR 7190 (1997) as madeiras podem ser classificadas em classe de resistência para dicotiledôneas e coníferas, podendo assim estimar o módulo de elasticidade em compressão para pupunha, sendo o $E_f = 0,85 E_c$ para coníferas e para dicotiledônea $E_f = 0,90 E_c$, onde E_f é o módulo de elasticidade em flexão e E_c é o módulo de elasticidade em compressão. Ajustando o valor do módulo de elasticidade em flexão da pupunha para a umidade a 12 %, obtemos 22.127 MPa e para o coqueiro 10.529 MPa. Corrigindo esses valores com a equação desenvolvida para dicotiledôneas, o módulo de elasticidade em compressão da pupunha seria de 19.914 MPa e do coqueiro 9.476 MPa. Portanto correlacionando a os valores como a Tabela B, constata-se que a pupunha, mesmo sendo monocotiledônea apresenta valores equivalentes à classe C60, na resistência a compressão e C40 no módulo de elasticidade (Tabela 5) (BACELLAR, 2010).

Tabela 5. Classe de resistência das dicotiledôneas (NBR 7190, 1997).

Classes	F_{co}	E_{co}	ρ_{ba}	ρ_{ap}
C20	20	9500	500	650
C30	30	14500	650	800
C40	40	19500	750	950
C60	60	24500	800	1000

Legenda:

F_{co}: Resistência a compressão em MPa;

E_{co}: Módulo de elasticidade em compressão em MPa;

ρ_{ba}: Densidade básica em Kg m⁻³;

ρ_{ap}: Densidade aparente em Kg m⁻³.

Para D’Almeida e D’Almeida (2009) Os resultados experimentais obtidos em seus estudos indicam que a madeira de pupunha tem um comportamento não isotrópico, com maiores propriedades na direção longitudinal, ao longo do eixo do tronco da palmeira, e propriedades menores transversalmente ao tronco. Esse comportamento está diretamente associado à presença de uma estrutura fibrilar alinhada longitudinalmente ao tronco.

A variação do módulo de armazenamento com a temperatura apresenta uma recuperação em alta temperatura, que foi atribuída à remoção de compostos de baixo peso molecular e/ou materiais amorfos de baixa temperatura de degradação sem que haja,

entretanto, uma degradação estrutural do material. O envelhecimento em água, álcool ou óleo de peroba causou uma redução do módulo de armazenamento, mas não afetou também a estrutura do material, conforme observado pela presença da recuperação elástica de alta temperatura (D'ALMEIDA e D'ALMEIDA, 2009).

Considerando o teor de umidade, Bacellar (2010) obteve em seus estudos os valores de $12,54 \pm 0,17$ para pupunha e $13,40 \pm 0,18$ para o coqueiro. Como a umidade relativa do ar era a mesma para ambas as amostras, a diferença dos teores de umidade se deu por diferenças intrínsecas do material. Através dos dados gerados a partir da análise quantitativa do mosaico, pode-se afirmar que a pupunha tem uma fração volumétrica de fibra maior, portanto terá maior índice de cristalinidade. Devido à alta cristalinidade, a densidade será maior e com isso haverá menos cavidades disponíveis para o armazenamento de água. Para essas amostras Bacellar (2010) obteve os seguintes resultados para densidade (Tabela 6).

Tabela 6. Comparações das densidades obtidas por Bacellar (2010) para pupunha e coqueiro.

Espécies	ρ_{ba}	ρ_{ap}
Pupunha	$1029,86 \text{ Kg m}^{-3} \pm 18,13$	$1202,5 \text{ Kg m}^{-3} \pm 18$
Coqueiro	$793,11 \text{ Kg m}^{-3} \pm 18,9$	$956,6 \text{ Kg m}^{-3} \pm 36$
Jatobá (Calil Junior et. al., 2000)	-	1074 Kg m^{-3}
Maçaranduba (Calil Junior et. al., 2000)	-	1143 Kg m^{-3}
Eucaliptus (Lobão et. al., 2004)	-	$727,5 \text{ Kg m}^{-3}$

Legenda:

ρ_{ba} : Densidade básica ;

ρ_{ap} : Densidade aparente .

CISALHAMENTO NA LÂMINA DE COLA

Para Bacellar e d'Almeida (2011) Os resultados obtidos com a pupunha unida com a Cascophen são superiores a diversos outros laminados de madeira colados (MLC) e laminados de bambu colados (BLC) encontrados na literatura. As Tabelas 7 e 8 mostram os resultados obtidos para os corpos de prova de pupunha com 3mm e 10mm espessura.

Tabela 7. Amostras de pupunha com 3 mm de espessura (Unidade – MPa) (Bacellar e d'Almeida, 2011)

401	Kehl	Cascorex	Impervég-v	Epoxi
-----	------	----------	------------	-------

3,74 ± 0,38	5,02 ± 0,47	3,86 ± 0,35	3,03 ± 0,48	2.50 ± 1,7
-------------	-------------	-------------	-------------	------------

Tabela 8. Amostras de pupunha e coqueiro com espessura de 10 mm (unidade MPa) (Bacellar e d’Almeida ,2011)

Cascophen	Cascophen	Flex gel	Flex gel
Pupunha	Coqueiro	Pupunha	Coqueiro
16,73 ± 1,6	8,65 *	7,73 ± 2,8	5,92 ± 1,09

* Amostra não resisti

Os ensaios feitos com madeira laminada colada também apresentaram números abaixo da pupunha. Através dos resultados apresentados por esses autores (Tabela 9), podemos afirmar que a combinação pupunha / cascophen é muito resistente, chegando a se comparar a resistência obtida em ensaios de cisalhamento na madeira (BACELLAR E D’ALMEIDA, 2011), feitos por Longsdon (1998). A intenção em comparar ensaios de cisalhamento na linha de cola com ensaios de cisalhamento na madeira é saber se a interface criada é melhor do que a natural e a partir desse resultado suprir uma carência das palmeiras em relação às dicotiledôneas, que é a área aproveitável do tronco.

Tabela 9. Valores obtidos em ensaios de outras espécies levantados por Bacellar e d’Almeida (2011).

Autores	Especie	Valores obtidos em ensaio
Serpa et al (2003)	<i>Eucalyptus grandis</i>	11,92 MPa
	<i>Eucalyptus saligna</i>	11,42 MPa
	<i>Pinus elliottii</i>	8,05 MPa
Brotero (1956)	<i>Eucalyptus saligna</i>	9,5 MPa
Lima (1983)	<i>Eucalyptus saligna</i>	15,6 MPa
Moreira (1999)	<i>Eucalyptus grandis</i>	9,8 MPa
	<i>Eucalyptus saligna</i>	14,9 MPa
Paes et al. (2009)		Média 4,74 MPa
Carrasco et al (1995)	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	8,69 MPa
Wethyavivorn et al (2003)	(bambu)	7,50 MPa
Gonçalves et al (2002)		10,00 MPa

Segundo Oliveira (2005) Cascophen RS-216-M é uma resina sintética à base de resorcinol-formaldeído, que produz junta resistente à imersão em água fria ou quente, sendo utilizada nas indústrias naval e de madeira laminada colada. recomendado para colagens à

prova d'água, fria ou fervente, diversos solventes orgânicos, fungos e calor. Formulado para colagens de madeira (inclusive alguns tipos tratadas com preventivos contra fogo), chapas duras e outros materiais semelhantes, proporcionando uma liga durável. Usada para trabalhos navais, hidráulicos, onde a colagem deverá ficar exposta à ação das intempéries e água.

Contudo, resultado mostra que a interface criada é superior a interface natural de diversas madeiras utilizadas de forma estrutural, suprimindo, assim, o principal problema da pupunha que é a sua área aproveitável (BACELLAR E D'ALMEIDA, 2011).

ABRASÃO

Bacellar (2010) afirma quanto ao estudo da abrasão às amostras de pupunha tiveram um desgaste médio de $9,8\% \pm 0,46$. Esses resultados em comparação a valores obtidos na literatura por Oliveira (2005), para o bambu (20,3%), ipê (12,6%), sucupira (15,7%) e jatobá (23,7%), mostram que a pupunha é superior as madeiras de qualidade. Essa constatação mostra que entre as palmáceas, a que tiver maior densidade terá maior resistência à abrasão, e apresentando um desgaste muito inferior aos apresentados por diversas madeiras tornando-a adequada a uso, como a revestimento (BACELLAR e D'ALMEIDA, 2011).

Todavia, para Bacellar (2010) se a densidade não for um fator determinante para saber o nível de desgaste, acredita-se ser a organização molecular ou a variação da presença dos constituintes principais, celulose, lignina e hemicelulose, o motivo do desgaste diminuto da pupunha.

DURABILIDADE

Em Abreu e Jesus (2004) estão apresentados os resultados da durabilidade natural do estipe (madeira) de *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha), quando submetido ao ataque de insetos xilófagos, em ensaios em ambiente florestal e urbano. Também salienta que o teste de campo é um dos parâmetros utilizados para avaliar a resistência e a vida útil de espécies arbóreas, quando submetidas ao ataque de insetos e de outros organismos. Esses testes, realizados em condições ambientais, sejam na floresta ou em ambiente urbano, envolvendo condições de temperatura e umidade diferentes, servem de suporte para avaliar em que situação determinada espécie arbórea poderá ser utilizada.

Segundo Abreu e Jesus (2004) no experimento, o estipe de *B. gasipaes* (pupunha) foi considerado não durável, pois em ambiente florestal, sua vida útil foi limitada a 18 meses, ocasionado pelo ataque dos térmitas *H. tenuis*, *Nasutitermes similis* e *N.tatarandae*. Em ambiente urbano, o besouro *D.bifoveolatus* e o térmita *N. similis* foram responsáveis pela limitação da vida útil em doze meses.

Contudo, as duas variedades da *B. gasipaes* (indivíduos com e sem espinhos) apresentaram alta suscetibilidade ao ataque de besouros e cupins, quando expostas em ambiente florestal e urbano, recomenda-se que o estipe desta palmeira seja usado em ambiente interno, onde a umidade é menor. Neste ambiente, o material fica protegido das intempéries e, conseqüentemente, dos besouros e cupins que tem preferência por madeiras mais úmidas ou já deterioradas por fungos. Para sua utilização em ambiente externo, recomenda-se a aplicação de um produto preservante, para aumentar sua vida útil (ABREU e JESUS, 2004).

2.5 Operações de Desdobro da Madeira

Segundo a Revista Madeira (2003) O desdobro é a conversão de toras em madeira serrada compreende o processamento de peças de seção circular ou elíptica em peças de seção retangular. É uma operação que permite um melhor aproveitamento da madeira, além de lhe conferir maior versatilidade para inúmeros usos.

Para Vital (2008) o diagrama de corte afeta a eficiência da serraria, o rendimento e a qualidade da madeira serrada. A escolha do diagrama mais apropriado depende da qualidade da madeira a ser processado, o tipo de equipamento disponível na serraria, do nível da automação e da qualidade desejada na madeira serrada.

A localização da primeira linha de serragem na tora é importante, porque afeta tanto o rendimento quanto a qualidade da madeira serrada (VITAL, 2008).

Ainda com Vital (2008) ressalva que a aplicação de um método de desdobro para produzir apenas tábuas radiais ou tangenciais implica em diversos giros da tora no carro porta-toras, o que reduz a produção e a eficiência da serraria.

Pode-se definir o desdobro como o primeiro estágio efetivo de industrialização da madeira, na qual se obtém diversos produtos em seções típicas para cada aplicação (IDEMDESIGN, S/D).

CORTE TANGENCIAL

Esse método tem com finalidade a produção de peças tangenciais aos anéis de crescimento. Quando aplicado para o desdobro de toras com tensões de crescimento favorece a formação de empenos, de fendas longitudinais e de colapsos. Para se obter o maior número de cortes tangenciais é necessário girar a tora frequentemente na serra, isto tudo reduz a eficiência e onera a produção, podendo torná-la antieconômica se a serra não possuir equipamento para girá-la rapidamente (VITAL,2008).

IdemDesign (S/D) propõe que à medida que o corte se aproxima do centro da seção, são obtidas peças com face radial. Essa técnica fornece pranchas com melhor desenho, maior rendimento em madeira serrada, menor limitação de largura das tábuas e maior rapidez de secagem. Também apresenta maior facilidade na correção de eventuais empenamentos na prancha, se comparado ao desdobro radial (Figura 6).

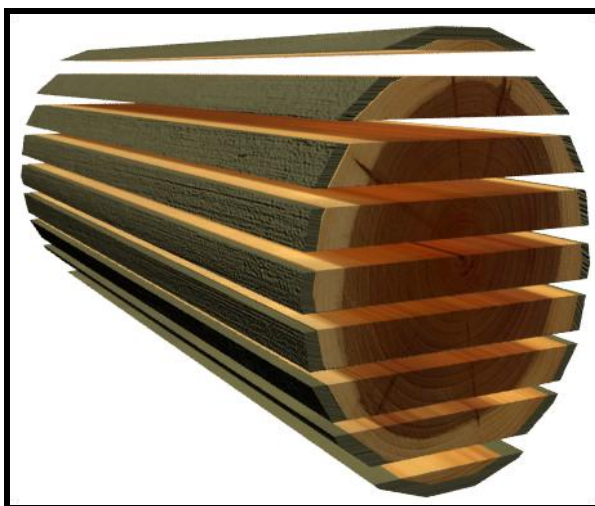


Figura 6. Representação do desdobro radial (IDEMDESIGN, S/D).

CORTE RADIAL

Uma peça é considerada completamente radial quando os anéis de crescimento possuem ângulo maior que 80° em relação à face da tábua (DEL MENEZZI, 1999 apud VITAL, 2008). Para Vital (2008) apresentam algumas vantagens:

- Proporciona melhor aspecto à madeiras de folhosas, uma vez que expõe seus raios;
- As tábuas terão menor contração no sentido da largura, o que contribui para menor movimentação em serviço;
- As bolsas de quino, comumente encontradas em eucaliptos, apresentam-se nesse tipo de tábua, como linhas finas, sendo aceitáveis quanto ao aspecto;
- Tábuas radiais geralmente são menos suscetíveis ao encanoamento e ao fendilhamento, tanto da superfície como nas extremidades;
- Tábuas radiais geralmente são menos suscetíveis ao colapso durante a secagem, respondem melhor ao condicionamento se forem radiais;
- Para madeiras com raios largos e numerosos, o emprego de corte radial é necessário para produção de tábuas destinadas à fabricação de tonéis.

Esse tipo de corte forma peças com desenhos mais retos e é comumente adotado para reduzir os efeitos das tensões de crescimento. Essa técnica é utilizada principalmente em toras de grandes diâmetros, uma vez que em pequenos diâmetros resulta em grande quantidade de peças de pequena largura (Figura 7) (IDEMDESIGN, S/D).

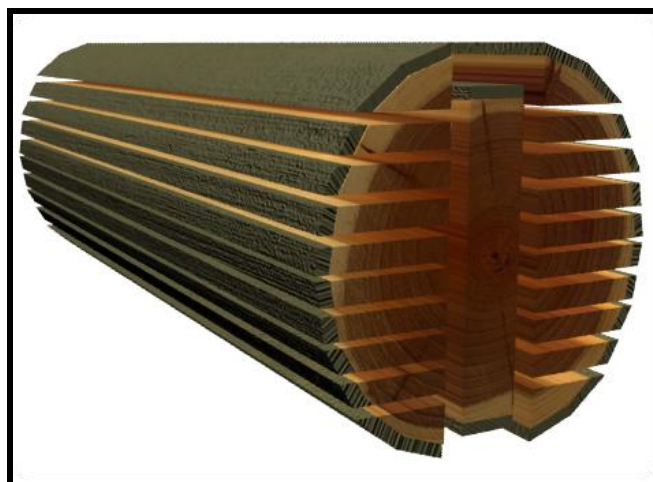


Figura 7. Representação do desdobro radial (IDEMDESIGN, S/D).

LAMINAÇÃO

Laminação é o processo de desdobro no qual se obtém folhas de madeira para confecção de compensados ou para revestimento de placas de madeira de qualidade inferior. O revestimento de madeiras comuns com madeiras preciosas é de origem remotíssima. No entanto, em tempos recentes é que o processo se generalizou, atingindo um alto grau de desenvolvimento, tanto das folhas, quanto dos processos de fixação. Há três tipos de folhas: serradas, descascadas e faqueadas (Figura 8) (IDEMDESIGN, S/D).

- Folhas Serradas: A folha serrada mais fina é de quinze décimos de milímetro. Todas as folhas serradas são mais caras, devido à perda no processo de corte e ao processo demorado de serragem. Há madeiras que apenas podem ser folheadas por esse processo, tanto devido à sua estrutura física quanto às restrições no tratamento à vapor, visto que podem sofrer alteração na sua cor natural;
- Folhas Descascadas: A folha descascada é produzida por um equipamento denominado torno laminador, inventado em 1890. A tora cilíndrica é colocada entre as ponteiros desse torno, enquanto uma faca, em posição tangencial à tora, destaca uma camada de material, como se desenrolando um papel em bobina;

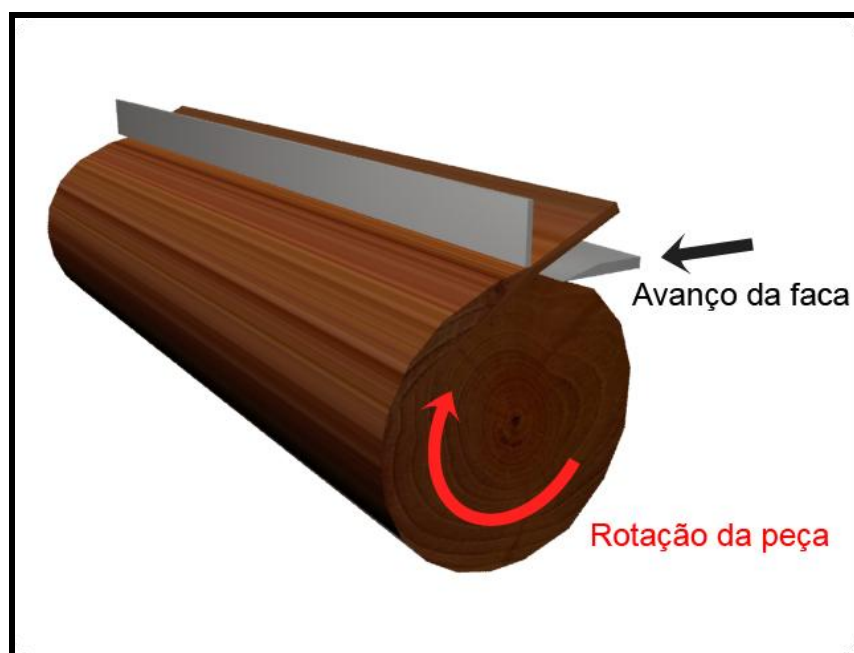


Figura 8. Ilustração do princípio de descascamento da tora. (IDEMDESIGN, S/D).

- Folhas Faqueadas: O faqueamento produz folhas de 0,63 mm a 3 mm, e de melhor qualidade que o descascamento. O processo consiste no deslocamento transversal relativo de uma faca sobre um bloco de madeira previamente seccionado, destacando assim as folhas. Estas lâminas são utilizadas para revestimento de superfícies de madeira (compensados, aglomerados, MDF, etc.) ou até paredes. A espessura dessas lâminas depende também da madeira submetida ao processo. Madeiras de maior dureza produzem lâminas mais grossas, enquanto madeiras macias oferecem as de menor espessura. Quanto mais espessas são as folhas, mais trincam ao serem destacadas pelo chanfro da faca (Figura 9).

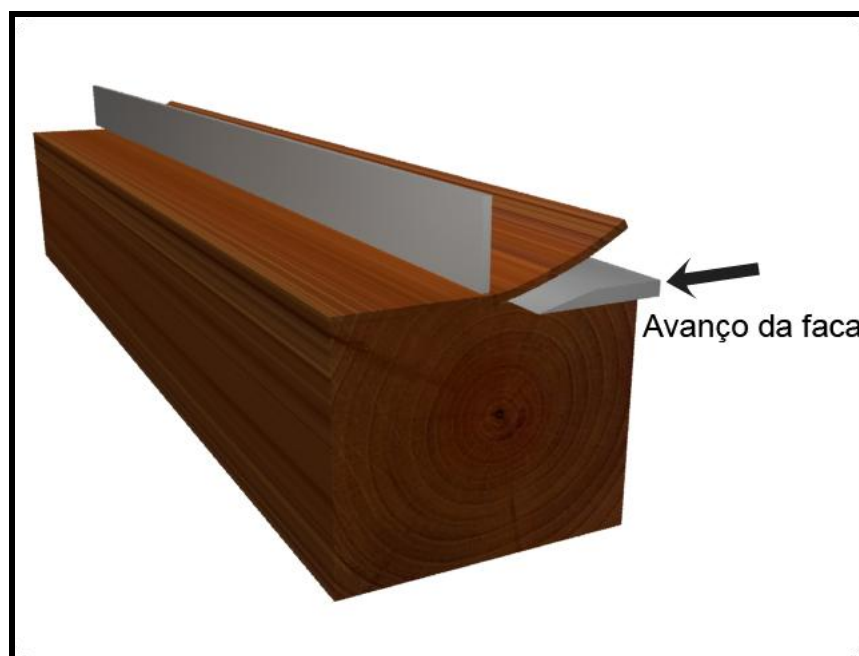


Figura 9. Ilustração do princípio de faqueamento da tora. (IDEMDESIGN, S/D).

CORTE PARALELO AO EIXO LONGITUDINAL DA TORA

Toda torra apresenta certo *taper* ou conicidade. Quando se desdobra uma tora paralelamente ao seu eixo, essa diferença entre os diâmetros gera costaneiras em forma de cunha (VITAL, 2008).

CORTE PARALELO À CASCA

É recomendado para toras cuja madeira de melhor qualidade encontra-se logo a baixo da casca. Após alguns cortes, a madeira restante adquire um formato de tronco piramidal.

2.6 Rendimento e Eficiência

O rendimento em madeira serrada (ou porcentagem de aproveitamento) é a relação entre o volume de madeira serrada produzido e o volume da tora antes do desdobro, expresso em porcentagem. Esse coeficiente é afetado pela interação de diversos fatores, sendo os mais importantes o diâmetro, o comprimento, a conicidade, a qualidade das toras e o número de produtos alternativos (STEELE, 1984).

Estudos realizados pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM (1981), ao analisar o rendimento de trinta espécies de madeiras amazônicas no desdobro em serrarias, verificaram que o comportamento dos rendimentos variou sensivelmente de espécie para espécie, chegando ao mínimo de 43% e a um máximo de 65%, apesar das classes diamétricas analisadas terem sido as mesmas.

Bonduelle *et al.* (2002) apontam que estudos nos Estados Unidos, durante a década de 50, concluíram que, a cada quatro árvores abatidas, o equivalente a menos de uma chegava ao consumidor sob forma de utilidades, e todo o resto não era utilizado, sendo que a justificativa apresentada era de que a América não precisava aproveitar todos os pedaços do tronco da árvore, pois ainda havia muita floresta disponível para exploração. Porém hoje o panorama é bem diferente e os norte-americanos chegam a ter um aproveitamento superior a 90% a partir da tora com casca. Considerando que o aproveitamento de uma tora de *Pinus sp* como produto serrado bruto é da ordem de 50%, pode-se dizer que pelo menos 40% devem ser utilizados para outros fins economicamente viáveis. O alto aproveitamento das empresas madeireiras norte-americanas mostra que a utilização de tecnologia avançada e a atenção voltada para a redução de desperdícios podem gerar benefícios significativos.

Segundo Rocha (2002) a eficiência expressa à relação entre o volume de toras desdobradas por período de tempo e o número de operários envolvidos em todas as operações de desdobro. Utiliza-se o volume de toras no cálculo para que os diâmetros das mesmas e o rendimento não interfiram no resultado.

Contudo, a avaliação da eficiência em serrarias de grande porte esta em desuso atualmente, por causa da automação e da mecanização, nas quais as atividades da produção são comandados eletronicamente e por pouco operários (BATISTA *et al*, 2013). Porem, em serrarias de pequeno porte e médio porte, nas quais o grau de automação é baixo ou inexistente, a eficiência é importante para a tomada de decisões e para o planejamento da organização produtiva (LATORRACA,2004).

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do estudo

O estudo foi realizado no sítio de propriedade particular, localizado na Rodovia Manoel Urbano (AM 70), Km 08 Parque Real II, zona metropolitana município de Iranduba – Amazonas (Figura 10), sob as coordenadas geográficas $-3^{\circ} 11' 30,73''$ (longitude) e $-60^{\circ} 8' 41,04''$ (latitude). Os indivíduos do estudo foram doados pelo proprietário do sítio, Sr. João Gabriel C. Neto.

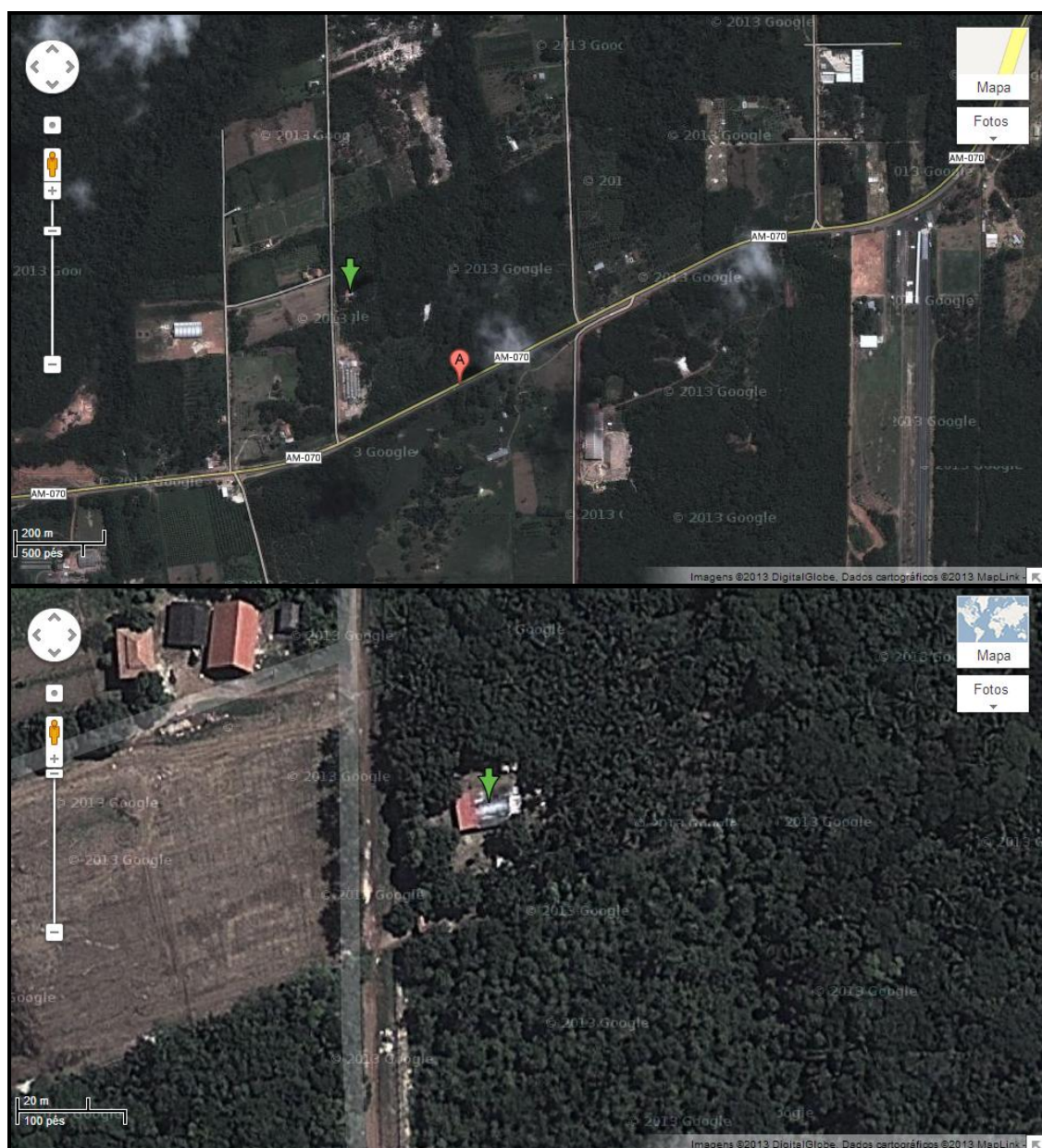


Figura 10. Local do estudo. Sítio no Km 08 Iranduba-Manaus. Vista aérea da área construída.

3.2. Obtenção da Matéria-Prima

Foi selecionado aproximadamente um terço da população de 50 indivíduos, 15 indivíduos, com idades médias de 10 a 15 anos. O estipe foi dividido em: base, meio e topo ou ápice (figura 11), para melhor orientar a obtenção das amostras. O comprimento das amostras foi definido em aproximadamente 50 cm, visando facilitar o processo de beneficiamento da parte periférica do estipe.



Figura 11. Divisão Virtual do estipe. 1. Secção Ápice ou topo. 2. Secção do meio (amostra a 25 cm acima e a baixo do ponto médio). 3. Secção da Base.

O processo de obtenção dos estipes deu-se por derrubada direcionada devido à proximidade dos indivíduos e/ou locais propícios a danos. Anteriormente, foram medidos os DAP's (diâmetro na altura do peito) dos indivíduos selecionados e seguida realizou-se o abate com auxílio de uma motosserra (Husqvarna modelo 288 xp), tendo com o ponto de corte um metro acima do solo.

Após o abate foi mensurado o comprimento com a trena da base até o ápice. Amostras da base e do ápice foram retiradas a partir de um metro das extremidades do estipe, sendo as do meio retiradas a partir 25 cm anteriormente e posteriormente do ponto médio do estipe. Após a secção as amostras foram devidamente identificadas e etiquetadas.

Posteriormente foi mensurado o peso e o diâmetro, com auxílio de uma balança mecânica e fita diamétrica por amostra (figura 12).



Figura 12. Mensuração da amostra. **A.** Pesagem. **B.** Medição do diâmetro.

3.3 Pré-beneficiamento e secagem das amostras

Em cada amostra, foram efetuados dois cortes longitudinais com o auxílio do motosserra. O primeiro dividiu em duas partes (Figura 13A), que subsequentemente subdividiu-se em outras duas partes com o intuito de gerar faixas de estipe para facilitar a retirada do tecido esponjoso encontrado na região central do estipe com auxílio de um facão.

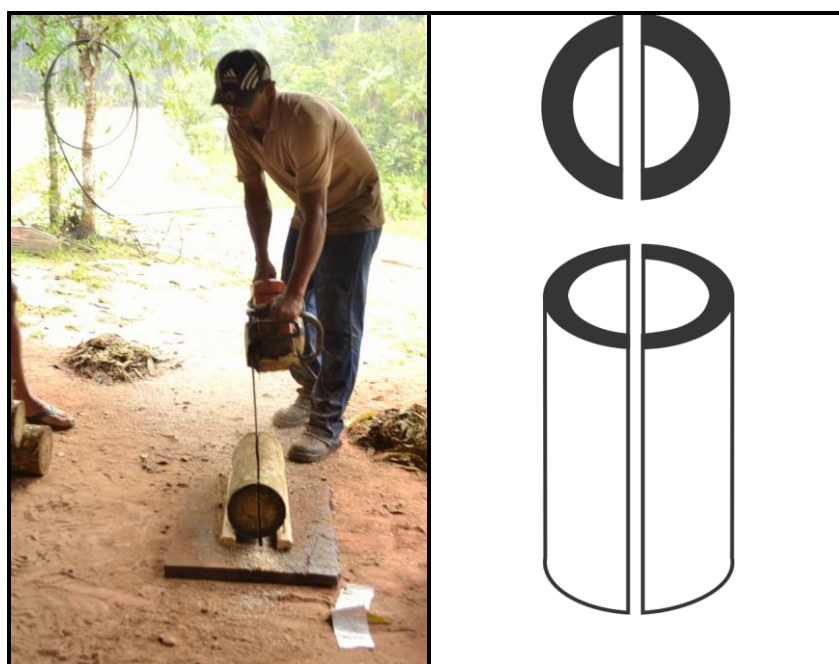


Figura 13. Representação dos cortes longitudinais. **A.** Divisão do primeiro corte. **B.** Divisão do segundo corte.

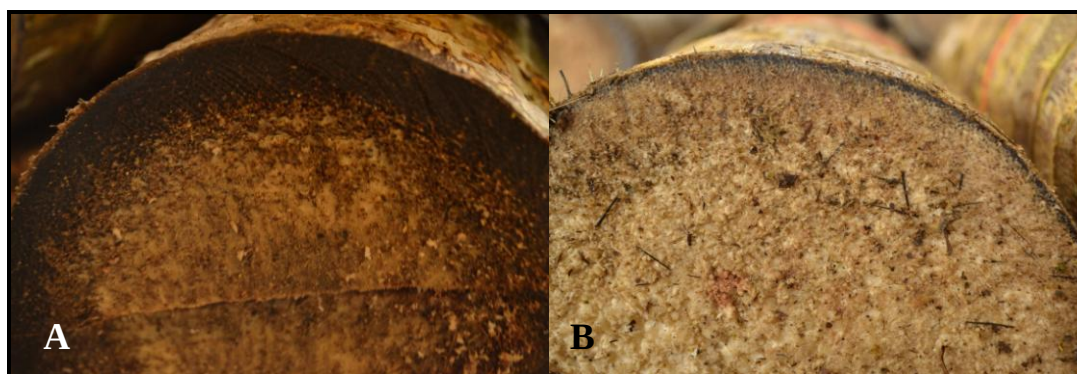
Posteriormente as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Preservação da Madeira – UFAM e armazenadas em estufa $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Havendo a pesagem (balança de precisão) das amostras até observação de massa constante (Figura 14).



Figura 14. Método de secagem. **A.** Verificação da massa constante. **B.** Amostras na Estufa.

3.4 Desdobro

Inicialmente as amostras foram selecionadas de acordo visualização da parte periférica dos estipes (Figura 15), tendo como critério a espessura, por ser material mais aproveitado para os desenvolvimentos de produtos. Após a seleção as mesmas foram organizadas por segmento de identificação da secção correspondente ao estipe. Para o desdobro foi utilizados três maquinário³ (Figura 16) e dividido em duas etapas:



³ Serra de Fita, marca Rocco, LB 920 Milwaukee, Volante 350 mm, serra de 1/2 polegada, Com motor de 1 cavalo, bivolt;
Rocco Modelo: 300s 6+1 Multimáquina para marcenaria - Rocco 300s 6+1 - Dois motores – trifásico;
Lixadeira de fita marca invicta lixa 7200mm c/motor trifásica alta 5 CV.

Figura 15. Visualização da parte periférica do estipe. **A.** Amostra da base. **B.** amostra do meio.



Figura 16. Maquinário utilizado no desdobro. **A.** Serra de fita. **B.** Serra circular. **C.** Lixadeira.

Na primeira etapa as amostras da secção do meio foram admitidas no processo de desdobro passando pela serra de fita (Figura 17A), e as amostras da base e extras na serra circular (Figura 17B), onde se realizaram os cortes de modo a diminuir acentuação do arco para obtenção de filetes retos (angulação aproximada)

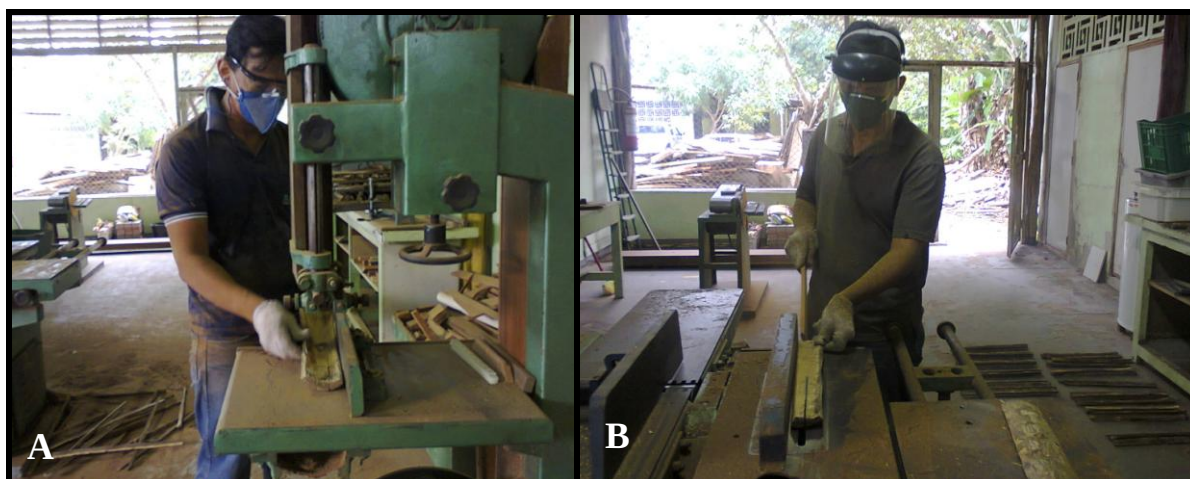


Figura 17. Visualização do desdobro. **A.** Serra de Fita. **B.** Serra Circular.

A segunda etapa constituiu na retirada da casca e o restante da parte medular ainda presente. Os refilos das amostras da base e as extras passaram novamente pela serra circular e na plainadeira, por causa da espessura do material lenhoso e sua rigidez, sendo executado um corte longitudinal para separação das partes estruturais do estipe. Devido a pouca espessura dos refilos da secção do meio, a retirada da parte medular foi executada na lixadeira utilizando uma lixa de ferro com grão 80.

3.4 Estimativas volumétricas

O volume bruto por individuo foi determinado pelo calculo do cilindro oco, que prevê estimar o volume somente pela parte periférica e da casca determinado pela equação 1, de modo a obter o volume da amostra sem a parte medular.

$$V_a = \pi \times h \times e \quad (\text{Equação 1 deduzida})$$

Onde:

V_a : volume da amostra m^3 ;

π : Pi, valor aproximado a 3,14;

h : comprimento médio das partes das amostras em cm;

E : espessura média das partes das amostras em cm.

Volume Bruto total das amostras foi apurado pela somatória do volume individual de cada individuo (Equação 2), obtendo o volume de entrada no desdobro.

$$VT = \sum(Va1 + Va2... + Van) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

VT: volume total das amostras selecionadas para o desdobro m³;

Van: volume da amostra n em m³.

Após o desdobro das amostras, os refilos resultantes foram separados e realizou a medição com o auxílio de trena e paquímetro, e posteriormente a cubagem de cada peça do material processado e determinando o volume desdobro total com a equação abaixo.

$$Vs = Va1(La1 \times Ca1 \times Ea1) + Va2(La2 \times Ca2 \times Ea2) + \dots + Van(Lan \times Can \times Ean) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Vs: volume total do desdobro m³;

Van: volume da amostra após o desdobro em n;

L: largura média das partes da amostra;

C: comprimento médio das partes da amostra;

E: espessura média das partes da amostra em cm.

O volume de resíduos foi determinado com base na diferença entre o volume das amostras e o volume de serrados obtidos no processamento mecânico, utilizando a equação 4:

$$VR = VB - VD \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

VR: Volume dos resíduos em m³;

VB: Volume total do bruto em m³;

VD: Volume total do desdobro em m³.

3.5 Avaliação do rendimento do estipe utilizado no desdobro.

O rendimento volumétrico do material desdobrado, ou seja, percentual entre o volume de material serrado e volume bruto, foi obtido por meio da equação 5 a seguir:

$$R = VD/VB \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

R: Rendimento em porcentagem;
 VD: Volume desdobrado em m³;
 VB: Volume bruto em m³.

3.6 Análise da eficiência no desdobro da matéria-prima

A eficiência técnica do desdobro foi obtida do tempo cronometrado iniciado no desdobramento da primeira amostra até que a última peça de estipe seccionada fosse refileada no dia. O tempo de trabalho na serraria por dia correspondeu a um turno de quatro horas, equivalendo a 240 minutos.

Este valor foi dividido pelo tempo gasto em minutos para desdobrar uma sub-amostra, e o resultado foi multiplicado pelo volume das amostras desdobradas obtendo-se, deste modo, o volume de amostras por turno. Em seguida, este valor foi dividido pelo número total de funcionários envolvidos nas operações de desdobro para obter o valor da eficiência em metro cúbico por operário por turno

A eficiência técnica é medida pela relação entre o volume de amostras serradas por um determinado período ou turno e o número de operários envolvidos em todas as operações de desdobro (ROCHA, 2002).

$$E = 240 \text{ (ou 4 hrs)} \times VD / T \times O \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

E: eficiência, em m³ /operário/turno;
 VD: Volume de amostras desdobrado em m³;
 T: Tempo em minutos de desdobro das amostras;
 O: número de operários envolvidos na operação.

3.7 Análise estatística

Foi conduzida uma análise estatística simples, com teste de comparação de médias e desvio padrão. Os principais tratamentos foram às secções do estipe e material lenhoso. As variáveis analisadas foram rendimento e eficiência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Observações quanto ao Estipe de Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth).

No que diz respeito à parte periférica, nota-se a diminuição ao longo do estipe, conforme foram retiradas as amostras. As secções do meio e as da base apresentaram espessura de 0,52 cm a 0,77 cm e 0,67 cm a 3,28 cm. Tal critério pode modificar-se devido à variabilidade genética, idade do indivíduo, bem como ao tipo de solo e questões climáticas.

Considerando a parte periférica do estipe aproveitável, as amostras das secções do meio e base oferecem potencial de uso, por apresentarem espessuras médias 0,5 cm e 2,2 cm, considerável a modo de obtenção no pré-beneficiamento e desdobro (Figura 18).



Figura 18. Amostras da secção do meio (à esquerda) e da base (à direita).

Diversos autores corroboram a utilização da parte periférica como material lenhoso de alta densidade e rigidez, e aproveitável para confecção de produtos (ROCHA *et al* , 2002; MADY, 2003; FONSECA, 2010; SILVA, 2010; BACELLAR, 2011), mas sugerem a porção de madeira² com espessura média de 2cm (MADY, 2003) seja mais apropriada para utilização.

Em seu trabalho Bacellar (2011) analisou a fração volumétrica de fibras de uma amostra retirada a 1,5m de altura e de uma retirada da base, constatando por meio de análise axial, que o corpo de prova basal possui mais fibras orientadas na direção axial. Resultado confirmado por utilizadores da madeira² de pupunha que haviam comprovado de forma empírica a maior resistência da madeira basal.

Porém a parte periférica encontrada nas amostras da secção do meio do estipe, teve o comportamento similar as amostra da base na realização do desdobro, e apesar estarem na porção menor a 2 cm, ainda correspondem a um material rígido com espessuras media de 0,5 cm.

Em relação ao pré-beneficiamento das secções do estipe, a retirada da parte medular sendo necessária por causa da alta suscetibilidade ao ataque de insetos xilógrafos e a redução do peso, que variaram 3,70 kg a 13,3 kg. Em si, devido ao arqueamento das amostras e de suas subdivisões não foi possível a retirada total, que conseqüentemente auxiliou no desdobro das amostras da secção do meio.

Fonseca (2010) alega que grande parte do peso apresentado pelas secções foi em razão ao alto teor de água presente no tecido esponjoso do centro do estipe e a retirada do material susceptível aos fungos e outros agentes degradadores conferirão menor risco de degradação natural da matéria-prima. Podendo limitar a vida útil 18 meses para ambiente florestal e 12 meses para ambiente urbano (ABREU e JESUS, 2004).

O desdobro da matéria-prima procedeu de maneira rápida e continua, tendo somente adaptação referente às proteções quanto ao rebite dos refilos (Figura 19). A funcionalidade do desdobro deve-se a utilização de maquinários básicos a uma marcenaria e ao nível de qualificação do marceneiro.



Figura 19. Adaptação na plainadeira.

Outro ponto observado foi à anatomia arqueada da parte periférica das amostras, onde possibilitou larguras máximas 3,5 cm e quantidade media de 3 unidades de refilos por sub-amostras, os quais foram desdobrados para proporcionarem um perfil reto. E a rigidez

relacionada à dureza da matéria-prima que gerou um desgaste rápido da lamina da serra de fita referente ao corte de amostras da base, e plainadeira para extração da casca do estipe.

Fonseca (2010) em seu trabalho relatou a dificuldade de execução devido à atividade exigir maquinário próprio, adaptado a este material e à falta de estudos e tecnologias acessíveis para o beneficiamento do estipe de palmeiras visando à geração de produtos, obtendo pequena variação nas dimensões das peças, devido à dureza da matéria-prima associada à falta de calibração da serra de disco.

As amostras do ápice ou topo da pupunheira não foram utilizadas no desdobro por não apresentarem visualmente a parte periférica e foram descartadas após a secagem

4.2. Estimativa Volumétrica

O volume bruto das seções do estipe partiu da estimativa volumétrica das amostras sem a medula, estando presente somente a casca e o material lenhoso.

As amostras do meio do estipe apresentaram volume de 61,29 a 111,94 cm³(Tabela 10), com media de 79,15 cm³ por individuo. Enquanto as amostras da base obtiveram volumes de 107,19 a 428,35 cm³ (Tabela 10) e média de 341,01 cm³. As amostras extras da base registraram o volume de 330,90 a 670,12 cm³(Tabela 10) e media de 485,16 por individuo Todas as amostras do experimento somaram um volume estimado em 116,38 m³.

Tabela 10. Volume sem medula das amostras por secção em cm.

Indivíduos	SECÇÃO		
	Meio	Base	Extra base
1	85,49	357,61	-
2	62,64	107,19	-
3	81,11	167,93	-
4	83,29	357,82	-
5	86,51	428,35	521,87
6	66,30	165,23	670,12
7	65,35	369,78	365,66
8	84,27	450,53	513,01
9	61,29	344,52	405,02
10	71,28	390,69	496,32
11	111,94	516,39	498,90
12	99,61	479,71	576,14
13	61,82	255,74	414,45

14	75,40		432,22		544,40
15	90,95		291,46		330,90
Desvio padrão	14,88		121,61		98,96
TOTAL (cm3)	1187,25	3927,92	5115,17	221,62	5336,79

Nos dados pertencentes ao desdobro, a secção do meio alcançou volume total 496,09 cm³, variando de 23,99 cm³ a 57,00 cm³ (Tabela 11) e média de 33,07 cm³ por indivíduo. As amostras da base apresentaram volumes entre 44,97 cm³ a 130,07 cm³ e as extras 49,29 cm³ a 203,95 cm³ (Tabela 11), com volumes médios de 81,33 e 100,73 cm³, e o total do desdobro de 32,27 m³.

Tabela 11. Volume do desdobro das amostras por secção.

Indivíduos	Secção				
	Meio	Base	Extra base		
1	23,99	92,50	-		
2	-	44,97	-		
3	34,44	84,93	-		
4	48,37	87,56	-		
5	43,42	109,28	203,95		
6	55,72	49,82	119,03		
7	-	66,42	89,56		
8	32,98	130,07	138,67		
9	-	71,25	137,45		
10	35,52	65,67	148,65		
11	57,00	82,19	141,28		
12	38,28	111,22	158,78		
13	44,22	59,02	122,44		
14	43,90	81,91	153,58		
15	38,25	83,14	137,79		
Desvio padrão	9,50	23,32	28,28		
TOTAL (cm3)	496,09	723,86	1219,95	331,23	1551,18

Abordando a diferenças nos volumétricas das secções, nota-se a diferença de 3927,92 cm³(Tabela 10) entre as amostras do meio e da base no volume bruto, sendo quase equivalentes três vezes o total da amostras da secção do meio, isso se deve a diferença na espessura da parte lenhosa, com média 1,7 cm (Tabela 12). Entre as amostras da base e as

extras a diferença dos volumes foi de 221,62 cm³ (Tabela 10), que equivalem a 4,33% do volume total dos indivíduos da base, com diferença média entre as duas secções de 0,5 cm de espessura (Tabela 12).

Tabela 12. Média e diferenças entre amostras no volume bruto em cm.

	MEIO (M)		BASE (B)		EXTRA BASE (EB)	Desvio padrão
	Media	Diferença (M-B)	Media	Diferença (B-EB)	Media	
Comprimento	48,9	0,7	49,6	7,2	56,8	4,37
Espessura	0,5	1,7	2,2	0,5	2,7	1
Diâmetro	15	0,0	15	0,0	15	0

Nas diferenças entre os volumes do desdobro, as secções do meio e da base foi 723,86 cm³, que correspondem a 22,15% do volume total do desdobro. Houve também uma diminuição significativa do volume bruto para o volume desdobrado da secção do meio em 41,78 %, esse fator deve-se pela retirada da parte medular, apresentando uma diferença média na espessura de 0,2 cm entre as duas secções (Tabela 13). Já a diferença entre as amostras da base e as extras é de 331,23 cm (Tabela 11) e representam 1,01 % do volume total do desdobro, havendo aumento no volume entre as secções de 109,61 cm³ que correspondem à diminuição entre espessuras de 0,5 cm para 0,3 cm (Tabela 12 e 13). As amostras não apresentaram diferença significativa entre as larguras (Tabela 13) por apresentarem diâmetro médio de 15 cm (Tabela 12).

Tabela 13. Média e diferenças entre amostras no desdobro em cm.

	MEIO (M)		BASE (B)		EXTRA BASE (EB)	Desvio padrão
	Media	Diferença (M-B)	Media	Diferença (B-EB)	Media	
Comprimento	48,1	1,5	49,6	4,51	54,11	3,13
Espessura	0,4	0,2	0,6	0,3	0,9	0
Largura	2,4	0,2	2,6	0	2,6	0,12

A diferenciação entre secções nos volumes brutos e desdobrados representa variação do fluxo de resíduo gerado e evidenciou a dinâmica que o ocorre quanto à interferência da parte medular e valor da espessura no aproveitamento da matéria-prima.

Neste caso, o volume desdobrado sofre influencia da espessura da parte periférica e a quantidade do material medular presente na matéria-prima a ser desdobrada.

Considerando os valores de Valério (2007) para *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) sobre classes diamétricas (Quadro 1) observa-se o aumento na diferença entre os volumes em relação ao aumento do diâmetro, resultando num maior rendimento.

Quadro I. Valores volumétricos referente às três primeiras classes de Valério (2007).

Volume (m3)	CLASSES DIAMÉTRICAS					Media
	20 – 27,9	Diferença	28 – 35,9	Diferença	36 – 43,9	
Por tora	0,91267	0,56829	1,4293	0,82014	2,2245	0,694215
Em madeira	0,34438	0,34438	0,60916	0,60916	1,07537	0,47677

Segundo Rocha (2000) é normal em serrarias, as toras de menores diâmetros apresentarem menores rendimentos. Porém, ao trabalhar com madeira reflorestada (*Eucalyptus grandis*) com duas classes diamétricas (19 a 25 cm e 25 a 30 cm), o autor obteve um rendimento médio superior para a classe de menores diâmetros.

Ao analisarmos o volume total do descarte no desdobro (83,71 m3), observa-se que a secção do meio apresenta um volume de 6,91 com percentual de 8,26% do volume total (Tabela 14), embora houvesse descarte de amostras dos indivíduos 2, 7 e 9, e mais a parte medular na secção do meio. As amostras da base e as extras representam 46,52% e 45,22%(Tabela 14), esse percentual alto está relacionado aproximação das medidas entre os refilos obtidos no desdobro, havendo um maior descarte de material, e a quantidade do tecido medular presente no volume residual.

Tabela 14. Volume residual por secção.

Amostras	Volume residual	
	(m3)	(%)
Meio	6,91	8,26
Base	38,94	46,52
Extra da base	37,85	45,22
TOTAL	83,71	100

Segundo Mendes *et al.* (2004) ao se desdobrar uma tora, a geração de resíduos é inevitável, sendo que o volume e tipos de pedaços e/ou fragmentos gerados são dependentes de vários fatores. Esses fatores estão condicionados ao tipo de desdobro aplicado, bem como ao maquinário e equipamento utilizado no processo.

Em termos do resíduo gerado pelo desdobro os indivíduos 11 e 12 obtiveram maior volume residual, com percentuais de 10% do volume total de resíduo. Apesar do indivíduo 2 teve amostra descartada na secção do meio, ainda apresenta o menor volume residual de 1,25 m³ (Tabela 14).

4.3 Rendimento

Ao tratarmos do rendimento do experimento. A secção do meio apresentou maior rendimento percentual com 41,78 % (Tabela 15). Esse valor está relacionado ao baixo volume de resíduo descartado no desdobro, de 6,91 % (Tabela 14). O mesmo ocorre com a secção da base e amostras extras, onde o valor do rendimento é inverso ao do resíduo gerado. As amostras da base e as extras apresentaram percentuais de 23,86 % e 29,07% (Tabela 15), e ao final as amostras obtiveram um total de 94,71%.

Comparando ao estudo Hillig *et al* (2006) no discorre sobre o rendimento médio de dez serrarias no Estado do Pará, encontraram grandes diferenças entre estas, sendo o valor mais alto igual a 55% e o mais baixo igual a 27%. Os valores secção da base e amostras extras (23.86 % e 29.07%) contemplariam a media das serrarias de baixo rendimento e a secção do meio (41,78%) um valor intermédio entre os rendimentos das serrarias.

Tabela 15. Valores do rendimento disposto por secção do estipe.

RENDIMENTO DE CEMENTO EMPREGADO POR CADA M3 DE CONCRETO																	
	Vol.	INDIVÍDUOS															Total (m3)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MEIO	(1)	0,85	0,63	0,81	0,83	0,87	0,66	0,65	0,84	0,61	0,71	1,12	1,00	0,62	0,75	0,91	11,87
	(2)	0,24	-	0,34	0,48	0,43	0,56	-	0,33	-	0,36	0,57	0,38	0,44	0,44	0,38	4,96
		Rendimento (%)															41,78
BASE	(1)	3,58	1,07	1,68	3,58	4,28	1,65	3,70	4,51	3,45	3,91	5,16	4,79	2,56	4,32	2,91	51,15
	(2)	0,93	0,45	0,85	0,88	1,09	0,50	0,66	1,30	0,71	0,66	0,82	1,11	0,59	0,82	0,83	12,20
		Rendimento (%)															23,86
EXTRA BASE	(1)	-	-	-	-	5,22	6,70	3,66	5,13	4,05	4,96	4,99	5,76	4,14	5,44	3,31	53,37
	(2)	-	-	-	-	2,04	1,19	0,90	1,39	1,37	1,49	1,41	1,59	1,22	1,54	1,38	15,51
		Rendimento (%)															29,07
RENDIMENTO TOTAL (%)																	94,71

Legenda: (1) Volume bruto (2) volume do desdobro

Em geral para Biasi (2007) o fator determinante são defeitos provocados por agentes xilófagos nas toras de maior diâmetro dessa espécie. Muitas vezes, a aparência das toras pode não demonstrar um defeito interno na mesma, o qual só será evidenciado no momento do desdobro, conseqüentemente reduzindo o rendimento em madeira serrada.

No caso do experimento não houve defeitos provocados por agentes xilófagos, devido ao curto período que as amostras ficaram em exposição. O ponto que interfere a espessura da parte periférica, que não resistiu ao desdobro (amostras do meio dos indivíduos 2, 7 e 9)

Para Tonini (2004) O rendimento em madeira serrada sofre influência do tipo de serra, reaproveitamento de aparas e costaneiras, e da metodologia utilizada na avaliação do rendimento.

Biasi (2007) em seu trabalho com três espécies tropicais relacionou classe de diâmetro aos rendimentos no desdobro. A tabela I mostra os valores da classe 1 com diâmetros ente 31 a 40 cm (Tabela 16).

Tabela 16. Valores fornecidos por Biasi (2007)

Classe	Espécies	Rendimento (%)
1 31-40 (cm)	Cedrinho	53,30
	Cambará	59,18
	Itaúba	49,73
Média		54,07

Se consideramos que a classe diamétrica 1 expressa menor diâmetros sendo 31cm, os rendimentos das secções correspondem a metade do diâmetro da classe. Ao compararmos os dados de Biasi (2007) o valor do rendimento da secção as amostras extras da base (29,07%) ao dobrarmos obteria um valor muito próximo ao da Cambará (59,18%), de acordo com autor foi à única espécie a alterar rendimento conforme o aumento do diâmetro das toras.

Analisando de modo geral, as amostras do experimento alcançaram um rendimento total de 94,71 % (Tabela 15) com média por secção de 31,57%, superiores ao rendimento individual da secção da base e as amostras extras. Correlacionando os valores do rendimento total e volume residual (71,41%) observa-se que obteve um alto rendimento em contrapartida ao alto volume residual, suponha-se que o alto rendimento está associado diferencia volumétrica da relação entre os volumes brutos e desdobrados (Tabela 10 e 11).

Os resultados obtidos e descritos por Valério (2007) com *Araucaria angustifolia* mostram uma porcentagem média de aproveitamento para toras sem casca de 62,58%, com conseqüente perda média de 37,42%. Este percentual de aproveitamento apresenta-se superior ao encontrado no desdobro de outras espécies florestais por Polzl (2003) entre 40% a 45%, Souza (1997) com 35% a 45% e Borges *et al.* (1993) de 52,3%, entre outros.

Ao levarmos o rendimento para números de peças obtidas no desdobro. O experimento produziu 408 refilos com dimensões medias de 50,60 x 2,53 x 0,63 (comprimento, largura e espessura), resultante das 41 amostras das secções dos 15 indivíduos, que equivalem aproximadamente a 1,50 m do estipe.

Fonseca (2010) gerando pastilhas de pupunha quantificou para um individuo a produção, em média, 50 tabiques de 1cm x 0,5cm (largura e espessura, respectivamente). Cada tabique de pupunha gera cerca de 45 partículas de mesmas dimensões, totalizando assim 2.250 partículas de 1cm x 0,5 cm a cada seção do estipe com 50cm.

Projetando o uso do estipe até 25 cm a acima do ponto médio, ponto culminante a visualização da parte periférica. As 15 pupunheiras proporcionariam um volume bruto total de 166,49 m³, volume total de desdobrado 82,24 m³ e 84,25 de volume residual, e teria 49 % como rendimento médio por indivíduo, promovendo um índice variável para árvores folhosas, presente na literatura (Tabela 17). Nesta análise, abrange somente as mediações próximas ao ponto médio, considerando-se uma espessura visível e aproveitável da parte periférica ao logo do estipe.

Tabela 17. Projeção ao uso do estipe ate 25 cm acima do ponto médio, dados em metros.

Indivíduos	Altura*	DAP	Espessura media	Volume (m ³)		Vol. resíduo gerado		Rendimento (%)
				Bruto (sem medula)	Desdobrado	(m ³)	(%)	
1	6,50	0,14	0,014	14,43	3,77	10,66	12,65	26,1
2	5,25	0,13	0,005	8,82	4,62	4,20	4,99	52,4
3	6,53	0,16	0,008	8,16	5,03	3,13	3,72	61,6
4	6,04	0,14	0,014	13,34	5,56	7,78	9,23	41,7
5	5,38	0,16	0,020	12,41	7,92	4,49	5,33	63,8
6	5,60	0,17	0,015	11,23	5,41	5,82	6,91	48,2
7	4,45	0,16	0,017	11,84	4,04	7,80	9,26	34,1
8	4,70	0,17	0,022	10,94	5,70	5,24	6,22	52,1
9	4,75	0,14	0,017	12,82	6,60	6,22	7,38	51,5
10	4,95	0,15	0,019	9,46	4,45	5,01	5,95	47,0
11	5,25	0,15	0,023	13,12	6,51	6,61	7,85	49,6

12	4,75	0,15	0,023	12,19	6,39	5,80	6,88	52,4
13	4,80	0,13	0,016	7,81	4,60	3,21	3,81	58,9
14	5,15	0,15	0,020	12,02	6,08	5,94	7,05	50,6
15	5,00	0,11	0,014	7,90	5,56	2,34	2,78	70,4
Desvio padrão				2,16	1,11	2,12		11
Total				166,49	82,24	84,25	100	49

Para Rocha (2002), o rendimento no desdobro varia de 55% a 65% para coníferas e entre 45% e 55% para folhosas, considerando que não somente a espécie afeta o rendimento, mas que este será maior ou menor em função da qualidade dos povoamentos, dos equipamentos, técnicas de desdobro e da qualificação profissional dos operários.

Segundo Barbosa (1990) o desdobro primário em Roraima apresentou índices de aproveitamento variando de 38,1 a 68,9%, com uma média estadual de 54,2%. Estando abaixo da média estudada por Biasi (2007) que foi de 57,96% em trabalho sobre rendimento e eficiência de três espécies tropicais.

4.4 Eficiência

Na TABELA 18 são apresentados os resultados da eficiência técnica por secção do estipe. A eficiência técnica conseguida foi de 3,43 e 16,71 m³/operário/turno, sendo a média geral correspondente a 10,07 m³/operário/turno.

Tabela 18. Resultados da eficiência técnica no desdobro das amostras.

Secção	Desdobro		Operários	Eficiência m³/operário/turno
	Volume (m3)	Tempo (h)		
M	4,96	11,57	2	3,43
B	12,20	13,27		16,71
EB	15,51			
			Média	10,07

Legenda: M. meio. B. base. EB. Amostras extras da base.

Para Manhiça (2010) em seu trabalho com quatro classe diamétricas de *Pinus sp* obteve um valor de 10,18 m³/operário/turno para desdobro aleatório numa serraria de

pequeno porte, sendo que as primeiras classe (1 e 20) juntas perfazem um intervalo diamétrico de 24,0 cm a 28,0 cm, e classe 3 com 28,1 cm a 30,0 cm. Enquanto no desdobro programado a eficiência cai para 8,07 m³/operário/turno.

Batista e Carvalho (2007) tendo trabalhado com *Eucalyptus spp* na avaliação do desempenho da serraria de pequeno porte no desdobro de toras determinaram o valor da eficiência técnica da serraria e encontraram um valor correspondente a 4,96 m³/operário/turno, onde o gênero *Eucalyptus sp* apresentam maior massa específica em relação as do gênero *Pinus sp.*, sendo muitas vezes, as mais difíceis de serrar.

Em termos de comparação a eficiência da secção do meio apresenta um valor próximo ao obtido por Batista e Carvalho (2007) que corresponde ao gênero *Eucalyptus*, e as amostras da base e extras oferecem um valor superior ao de uma serraria de pequeno porte no desdobro aleatório de *Pinus sp* (MANHIÇA, 2010).

Nos índices da eficiência do desdobro das amostras, o tempo médio obtido para cada secção varia entre 2 a 8 minutos (Tabela 20). O quantitativo de amostras processadas teve a média de 92, 6 (Tabela 20). Em análise obteve o tempo médio de desdobro para cada secção onde

Tabela 19. Tempo médio no desdobro de uma sub-amostras do estipe de pupunha.

Secções	MAQUINÁRIO		
	Serra		Lixadeira
	Fita	Circular	
M	4 min	-	3 min
B	8 min	2 min	4 min
EB	-	3 min	-

Tabela 20. Número de amostras desdobradas por dia.

	Dias					Média	Desvio padrão
	1	2	3	4	5		
Nº de Amostras processadas	53	54	46	178	132	92,6	59,32

No entanto, a experiência dos operadores no trato com o material, bem como as condições do maquinário e uma finalidade para o material baseada num projeto de produto

intervieram no número de sub-amostras serradas. Visando a sua melhor adaptação aos cortes no desdobro de toras resultando em melhoria na eficiência técnica.

4.5 Viabilidade de Uso, Fatores Limitantes e Sugestões de Utilização para Matéria-Prima.

Em termos de viabilidade o uso da parte periférica do estipe de pupunha considerando dados referentes ao rendimento e a eficiência do experimento conduzem a visão sistêmica para capacidade da produção de novos produtos e artefatos.

Considerando com uma única unidade as amostras da base e as extras, a soma da secção constitui 52,93 % do rendimento do experimento e eficiência de 16,71 m³/operário/turno (Tabela 21) constituindo os maiores valores. Como antes relatado a secção do meio obteve o maior rendimento individual de 41,78%, porem a eficiência correspondeu o menor valor com 3,43 m³/operário/turno (Tabela 21). Enquanto a projeção de uso do estipe a 25 cm do ponto médio para ao rendimento foi de 49% (Tabela 17).

Tabela 21. Descrição do rendimento e eficiência do experimento.

SECÇÃO	Nº de amostras	Rendimento	Eficiência m ³ /operário/turno
MEIO	41	41,78	3,43
BASE		23,86	16,71
EXTRAS		29,07	
	Total	94,71	20,14
	Média	31,57	10,07
	Desvio padrão	9,22	9,39

A secção base e suas amostras extras satisfazem conforme a literatura de outras espécies que apresentam o rendimento médio entre 45% (POLZL, 2003) a 52,3% (BORGES *et al.*,1993) e correspondem segundo Rocha (2002) rendimento de 45% e 55% para folhosas.

Com base nos dados apresentados referentes ao rendimento e eficiência do experimento (Tabela 21), e da projeção do uso do estipe com altura media de 5,25 m, demonstram que a parte periférica proporciona um potencial de uso da matéria-prima sendo como viável o aproveitamento e uma vertente aos produtos e derivados da madeira.

Baseado no material levantado na revisão da literatura observou-se os fatores limitantes ao uso do material, onde as análises e as avaliações das propriedades físicas e mecânicas do estipe, podem-se corroborar quanto à utilização da matéria-prima.

Ao analisarmos por secção o estipe, a região próxima as raízes referente às amostras extras, o material permite a confecção de móveis e outros artefatos que necessitem de maior resistência. Bacellar (2010) afirma que a área basal é a mais resistente, porém no presente estudo ressalta como fator limitante a abrangência ao longo do estipe da espessura adequada as propostas de projeto de produtos, e possivelmente limite o tamanho dos objetos.

Outro fator relevante referente à parte periférica, a espessura não está condicionada ao diâmetro. No experimento nota-se a ausência da relação do diâmetro e a espessura dos indivíduos (Tabela 17), como exemplo são os indivíduos 2 e 15 com DAP's de 13 cm e 11 cm, e espessura media de 0, 5cm e 1,4 cm (Tabela 17).

Em contra ponto a resistência da área basal, a rigidez do material dificulta a laminação da matéria-prima. O estipe de pupunha apresenta uma composição visual entre fibras escuras e claras (Figura 20); essa composição orgânica possibilita um leque de propostas e novas composições aplicáveis tanto projeto de produto como em projetos visuais, como o exemplo do design de superfície.



Figura 20. Amostras extras, vista da parte periférica após a casca (à esquerda) e da parte periférica iniciando transição com a medula (à direita).

Embora as amostras da base retirada a 1,5m acima do solo e apresentarem segundo Bacellar (2010) menos fibras orientadas na direção axial, oferecem uma rigidez similar às amostras extras. Assim sendo, encontram as mesmas limitações e aplicações de uso.

Para Bacellar e d'Almeida (2011) a pupunha apresenta valores da tensão de ruptura e do módulo de elasticidade bastante elevados, em comparação com outros materiais lignocelulósicos, e baixos valores para o desvio-padrão. Isso indica uma boa uniformidade do material analisado. Tanto ao ensaio de compressão da pupunha, onde foi possível enquadrá-la na categoria das madeiras mais resistentes, C60.

Em si tratando das amostras da secção do meio observamos que há probabilidades de uso, embora o rigor do material não seja o mesmo das amostras da base e extras. Seu uso seria bem empregado a produtos que comporem espessuras máximas de 0,5 cm, podendo ser uma alternativa a laminação da parte basal.

Técnicas como marchetaria são recursos de aproveitamento da matéria-prima, bem como o refugo descartado no desdobro, possibilitando o desenvolvimento de diversos objetos nas mais variadas linhas (decoração, objetos pessoais, de escritórios, de uso cotidiano e dentre outros). A exemplo disso, está o trabalho de Silva *et al* (2005) que solucionou os problemas de desperdício da matéria-prima e criando-se novas peças, a partir desses resíduos que é descartada diariamente durante o processo de fabricação. E ao acrescentar outros materiais aumenta as probabilidades de aceitação do mercado.

O incremento competitivo dos produtos brasileiros deve, portanto, ser conseguido pela diferenciação qualitativa obtida com a agregação de valor e aumento do valor percebido pelos consumidores. Produtos com uma indicação de sua procedência e que remetam à cultura e aos valores de sua região são atualmente melhor diferenciados e valorizados no mercado global, sempre ávido por novidades (TRINDADE, 2005).

A aplicação da parte periférica do estipe em ambientes o qual o produto lida com intempéries ou água e outros líquidos. Deve-se atentar para as especificações da quanto às características físicas e mecânicas, bem como o manuseio e execução do material.

Em ensaio de abrasão, a pupunha apresentou um desgaste muito inferior aos desgastes apresentados por diversas madeiras, o que a torna adequada ao uso como revestimento (BACELLAR e D'ALMEIDA, 2011).

Em ensaios de exposição ao tempo, com raios UV e unidade, houve redução na resistência, demonstrando além de valores altos para módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) resiste bem à exposição ao tempo; e comparado a fibra de vidro (compósito sintético) obteve uma redução aproximada de 10 % no MOR (BACELLAR, 2010). Envelhecimento em água, álcool ou óleo de peroba causou redução do módulo de armazenamento, sem afetar a estrutura do material (D'ALMEIDA e D'ALMEIDA, 2009). Embora que, tratando-se da durabilidade a ataques de agentes xilógrafos, em ambiente florestal a vida útil foi limitada há 18 meses (ABREU e JESUS, 2004).

Quanto ao cisalhamento na lamina de cola, a combinação pupunha e cascophen são muito resistentes para amostras de 3mm e 10 mm, chegando a se comparar a resistência ao cisalhamento na madeira (BACELLAR e D'ALMEIDA, 2011). Dados como este, superam o principal problema da parte periférica da pupunha que é o melhor aproveitamento do material.

Pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia – INPA e da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, também nortearam o uso do material lenhoso da pupunheira em produtos. O pesquisador Jadir Rocha aproveita a madeira da pupunheira para a fabricação de móveis (Figura 21), artefatos e biojóias, bem como o painel modular com pastinhas decorativas (Figura 22) desenvolvidas pela Alessandra Fonseca (2010).



Figura 21. Moveis confeccionados com estipe de punha.
Fonte: Portal Amazônia.



Figura 22. Pannel decorativo com pastilhas de pupunha.
Fonte: Alessandra Fonseca

Conquanto, atualmente existem proposta de aplicação viáveis do uso da matéria-prima, como os produtos da empresa Fibra Design nos projetos EcoSK8 e MateriaBrasil, com o skate (Figura 23A) e pastilhado de pupunha e madeira (Figura 23B).

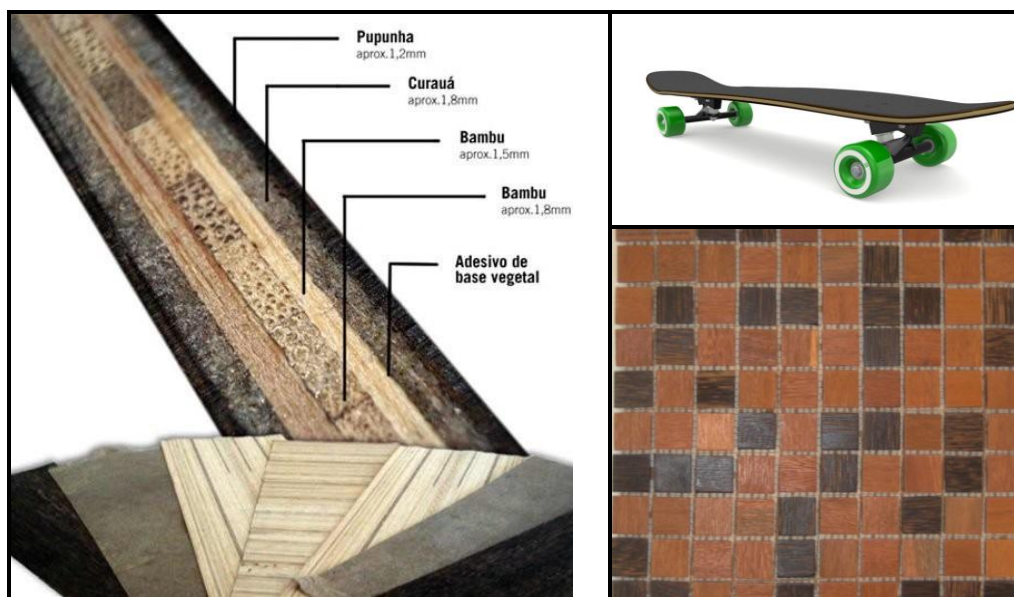


Figura 23. Composição do compensado da Fibra Design
 3.. **A.** Skate confecção com o compensado. **B.** Pastilhado de pupunha.
Fonte: Site da Fibra Design

A geração de novos materiais a partir da combinação do material lenhoso e materiais orgânicos e/ou inorgânicos adicionariam uma viabilidade para os resíduos do processo de desdobro, como o PVC com madeira sendo utilizada para aplicações estruturais e também em substituição a madeira convencional e além de apresentar características ainda mais vantajosas, principalmente quanto à leveza (REVISTA DA MADEIRA, 2003).

Contudo, o maior fator limitante do material é encontrar indivíduos com material lenhosos suficientes e aptos ao projeto, devido à espessura e sua relação ao comprimento, como também o abate e o beneficiamento para obtenção da parte periférica.

5. CONCLUSÕES

O potencial de mercado dos produtos de uso sustentável da biodiversidade vem crescendo com o aumento da variedade de produtos não tradicionais, seja em função da extração das florestas ou do cultivo em sistemas agroflorestais. Existem diversas iniciativas baseadas na fabricação de produtos florestais não madeireiros (PFNM). Há uma grande preocupação dos produtores para encontrarem alternativas que solucionem os problemas de comercialização e de gestão do processo de produção (GONÇALO, 2006).

Os resíduos de matérias vegetais podem ser considerados uma fonte abundante e renovável de produtos naturais (SEBE *et al.*, 2011). A busca por alternativas de uso para materiais residual são bastantes relevantes devido às características relacionadas ao ciclo de vida.

A parte periférica do estipe de pupunha evidencia um potencial de uso para diversos produtos pela rigidez, tenacidade e beleza. Devido à composição visual da estrutura apresenta um diferencial para aplicação. Se levadas em contas as características físicas e mecânicas na aplicação no determinando produto a ser produzido, as chances de sucesso em entorno da qualidade e resistência dos novos produtos.

Os rendimentos das amostras do estipe de pupunha obtidos por meio do desdobro apresentaram um valor satisfatório de 94,71 %, comparados aos resultados das coníferas (45% a 55%), considerando que o mesmo refere-se somente a parte periférica do estipe. Porém o volume residual do experimento seja considerável alto, devido à presença mesmo que pequena da parte medular. Contudo, o rendimento contemplou valores a espécies de alto rendimento, bem como a projeção de uso do estipe até o ponto mediando do indivíduo de 49%.

No exercício do desdobro, a eficiência técnica ofereceu resultados de uma serraria de pequeno porte com média de 10,07 m³/operário/turno, considerável bom em relação à eficiência no desdobro de madeiras encontrados na literatura, e apesar da inexperiência do marceneiro no desdobro e as condições do maquinário da oficina.

Ao contemplarmos a viabilidade do uso da parte periférica do estipe os dados referentes ao rendimento e eficiência do experimento (Tabela 21). Os resultados conduzem ao aproveitamento para desenvolvimento de novos produtos e artefatos, permitindo uma

visão da capacidade de produção ao atender uma possível demanda, salientando que os planejamentos da matéria-prima, bem como a projeção do produto determinarão o melhor rendimento e eficiência de produção.

Contudo, o planejamento e projeto do produto serão o diferencial da utilização da matéria-prima necessitado à intervenção do design em praticas sustentáveis pela busca de agregação de valores, possibilitando uma nova vertente socioeconômica para região Amazônica. A partir que, o estipe de pupunha determine um produto que possa promover uma demanda relativa, utilizando-o como material aproveitável no mercado, consequentemente esta ação acaba desencadeando atividades econômicas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R.L.S.; JESUS, M.A. **Durabilidade natural do estipe de pupunha** (*Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae) **II**: Insetos. *Acta Amazonica*, 34(3): 459 – 465. 2004.

ALVES, M. R. P.; DEMATTÊ, M. E. S. P. **Palmeiras**: características botânicas e evolução. Campinas, Fundação Cargill, 129p. 1987.

ARAUJO, M. A. **Produtos Ecológicos para uma Sociedade Sustentável. IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica**. Artigo publicado em 2010. Disponível em: <www.IDHEA.com.br> acessado: 25/04/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projetos de estruturas de madeira ABNT** (NBR – 7190). Rio de Janeiro: 1997.107p.

BACELLAR, R.S. **Caracterização Microestrutural e Mecânica de Resíduos da Agroindústria**. Dissertação. PUC-RIO. Rio de Janeiro. 2010

BACELLAR, R. S.; D'ALMEIDA, J. R. M. **Caracterização mecânica de resíduos da agroindústria de palmito pupunha e de coco**. Desenhando o Futuro. 1º Congresso Nacional de Design. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul. 2011

BACELLAR, R. S.; D'ALMEIDA, J. R. M. **Caracterização Microestrutural e Mecânica da Pupunha**. Rio de Janeiro: PUC-RIO, 2008. 12 p.

BARBOSA, R. I. **Análise do setor madeireiro do estado de Roraima**. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 20, n.9,p. 193-209, 1990.

BATISTA DC, CARVALHO AM. **Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo de tempo, rendimento e eficiência**. *ScientiaForestalis*,2007.75:31-38.

BATISTA, D. C.; Silva, J. Ga. M.; Corteletti, R. B. **Desempenho de uma Serraria com Base na Eficiência e na Amostragem do Trabalho**. *Revista Floresta e Ambiente*, v. 20, n.2, jan./dez. 2013.

BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. **Rendimento em Madeira Serrada e Quantificação de Resíduos para Três espécies Tropicais**. *Revista Floresta*. Curitiba.PR, vol. 37, n. 1, jan./abr. 2007.

BIASI C, ROCHA MP. **Rendimento em serraria de Pinus elliottii**. Curitiba: Universidade Federaldo Paraná; 2003.

BONDUELLE, A.; CRUZ, C. R.; SILVA, J. R. M. **Notas de aula do processamento da madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002.

BORGES, A. S.; GINIGLIO, G.; BRITO, J. O. **Considerações energéticas e econômicas sobre resíduos de madeira processada em serraria**. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo : Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v. 3. p. 603-606.

D'ALMEIDA, A. L. F. S.; D'ALMEIDA, J. R. M. **Efeito da Exposição da Madeira de Pupunha a Água e a Produtos Químicos: Análise Termo-mecânica**. Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros. Foz do Iguaçu, PR .Outubro/2009

DINWOODIE, J. M. **Timber its nature and behaviour**. Princes Risborough Laboratory. **Building Research Establishment**. Van Nostrand Reinhold Company Ltd., New York. 190p.1981.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Processamento do Palmito de Pupunheira em Agroindústria Artesanal - Uma atividade rentável e ecológica**. 2004. Seropédica, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pupunha/PalmitoPupunheira/colheita.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. Ed Saraiva. 4ª edição. São Paulo, 2003.

FERMINO, M.H. et. al.. Aproveitamento dos resíduos da produção de conserva de palmito como substrato para plantas. **Horticultura Brasileira** 28: 282-286.2010.

FIBRA DESIGN SUSTENTÁVEL. **Palmito Pupunha torna-se matéria prima para Design**. 2011. Disponível em: < http://www.portaldetendencias.com/marco_pupunha.html>. Acessado em: 08/08/12.

FONSECA, A.S. **Confecção de Pastilhas Decorativas para Ambientes Internos a partir do Estipe de Pupunha (Bactris gasipaes H.B.K): Arecaceae**. UFAM. 2010. Projeto de Graduação. Manaus.2010

GINDL, W.; TEISCHINGER, A. **Axial compression strength of Norway spruce related to structural variability and lignin content**. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing n.33: p.1623–1628, 2002.

GIORDANO, B. N. E. **Resíduos do processamento da Palmeira-Real (*Archontophoenix alexandrae*) na Fazenda Princesa do Sertão**: implantação da indústria para a fabricação de biscoitos fibrosos. 2007. 68 p. TCC. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

GONÇALO, J. E. **Gestão e Comercialização de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) da biodiversidade no Brasil**. XXVI ENEGEP. Fortaleza. CE. Brasil. Outubro. 2006

GOUVINHAS, R.P; ROMEIRO FILHO, E. Projeto para o Meio Ambiente. In:_____ **Projeto do Produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

HILLIG, E; SCHNEIDER, V.E; WEBER, C; TECCHIO, R. **Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento**. In: Anais do XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2006; Fortaleza. Associação Brasileira de Engenharia de Produção; 2006. Pag. 7.

IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. **Desenvolvimento Integrado de Produtos**. Artigo publicado S/D Disponível em: <www.IDHEA.com.br> acessado: 25/04/2012.

IDEMDESIGN. Desdobramento da Madeira . S/D. Disponível em: <<http://www.idemdesign.net/pt/design/tecnologia-madeira/202-desdobro-madeira.html>>. Acesso em: 11/03/ 2012.

JACQUES, J.J.; PAULA, I.C. **Desenvolvimento Sustentável de Produtos:** análise da lacuna entre a prática e filosofia em empresas do rio grande do sul. Artigo publicado: IX Engema - Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Curitiba, Nov/2007

LATORRACA, J.V.F. **Processamento Mecânico da Produção.** Seropédica: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004

LAROCA, C.; MATOS, J. **Habitação social e design como oportunidades para o setor.** Revista da madeira, 107 ed., ano 13, n. 77.; p. 76-78. 2007.

LEEUWEN, J. V. **O melhoramento participativo da pupunheira (*Bactris gasipaes*) para a produção de fruto, uma proposta preliminar. In: ProBio: Pupunha: raças primitivas e parentes silvestres.** Manaus: INPA, 12p, 2006.

LEITE, Y. 1999. **Caules primários.** Disponível em: campus.fortunecity.com/yale/757/Caules101.htm. Acesso em: 16 dez. 2009.

LORENZI, H. et al. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2004. 432 p.

LOGSDON, N. B. **Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira.** Tese de doutorado. São Carlos. 174 pag.1998.

MADY, F.T.M. **Aspectos da anatomia do estipe de Euterpe Oleraceae Mart. (Arecaceae): palmeira utilizada em sistemas agroflorestais.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas. Manaus – AM. 31p. 2003.

MANHIÇA, AA. **Rendimento no desdobro de pinus sp. Utilizando Modelos de corte numa serraria de pequeno porte.** Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 409 - 420, abr./jun. 2012.

MANHIÇA AA. **Rendimento e eficiência no desdobro de Pinus sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte .** Dissertação. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 2010.

MARCHIORI, J.N.C. **Elementos de Dendrologia.** Editora da UFSM, Santa Maria, 163p. 1995.

MENDES, I.C. **Fatores relevantes na Implementação de um Sistema de Gestão Ambiental com Base na Norma ISO 14001.** Florianópolis, 2004

OLIVEIRA, A. K. F. **Caracterização físico-mecânicas de laminado colado de bambu.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. 100, pag . 2005

PALMITOS ROSOLEN. **Pupunha. Cajobi,** 2010. Disponível em: <<http://www.palmitosrosolen.com.br>>. Acesso em: 11/03/ 2011.

PYYKKO, M. **Anatomy of the stem and petiole of *Raphia hookeri* (Palmae).** Ann. Bot. Fennici 22: 129-138. 1985.

POLZL WB, SANTOS AJ, TIMOFEICZYK JUNIOR R, POLZL PK. **Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira - Segmento da madeira serrada no Estado do Paraná.** Revista Floresta. 2003. N°; 33(2), pag 127-134.

PUPO, H. F.F. **Painéis Alternativos Produzidos a Partir de Resíduos Termoplásticos e da Pupunheira (*Bactris Gasipaes* Kunth).** 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) – FCA, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu: Fev/2012.

REVISTA MADEIRA. **Desdobro da Madeira de Eucalipto na Serraria.** Ed. N° 75, agosto/2003

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para Serrarias.** Tese. Curitiba. Universidade Federal do Paraná. 2000

ROCHA, MP. **Técnicas e Planejamentos de Serrarias.** Curitiba: FUPEF, 2002.

ROCHA, J. S. ; LIMA, V. M. O. C. ; BESSA, T. M. F. ; PONTES, C. L. F. ; BATISTA, J. F. **Utilização da Madeira da Pupunha em Arco para Violino.** In: 54ª Reunião Anual da SBPC, Goiânia - GO. p. 70-70. 2002 .

ROMEIRO FILHO, E.; FERREIRA,C.V. Apresentação. In:_____ **Projeto do Produto.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ROSA, E. B. et al. **Parâmetros de desempenho e os Elementos de Competitividade .** Artigo publicado: 16o ENEGEP. Piracicaba – SP: outubro/1996.

SEBE, L. et. al. **Análise do Processo de Beneficiamento da Palmeira Real da Austrália (palmito em conserva) para determinação das variáveis que influenciam as operações de valorização de seus resíduos.** Artigo publicado: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvol. de Prod. – CBGDP. Porto Alegre. Rio Grande do Sul: set/2011.

SILVA, H. P.; MOUC, I.M; BASTOS, M. G. **Reaproveitamento de Resíduos de Madeira Oriundos da Marcenaria da Fucapi.** T&C Amazônia. Ano III. N° 7. Julho. 2005

SILVA, K.M.S. **Utilização do Estipe da Pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) para Móveis e Utensílios.** 2010. Monografia – FCA, Universidade Federal do Amazonas, Manaus: 2010.

SILVA, F. A.M., et al. Aproveitamento de Resíduos da Agroindústria do Palmito no Vale do Ribeira. **Revista Brasileira de Agroecologia.** Vol. 4, nº 2, pg 2595 -2598, nov.: 2009.

SOUZA, M. R. **Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais. Experiências do laboratório de produtos florestais – IBAMA, na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas.** In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE OS USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-Florestas, 1997. p. 49-70.

SOUZA, V.C. **Botânica Sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. -- 2 ed. -- Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2008.

SOARES, T. S. et al. Produtos florestais não madeireiros. **Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal**. Periodicidade Semestral. Edição: 11, Fev: 2008.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA - SUDAM. **Centro de Tecnologia madeireira. Rendimento em serrarias de 30 espécies de madeiras amazônicas**. Belém: SUDAM, 1981.

STEELE, P.H. Factors determining lumber recovery in sawmilling. USDA. Forest service. **General Technical Report**, n.34, p.1-8, 1984.

TOMLINSON, P.B.; FISHER, J.B.; SPANGLER, R.E.; RICHER, R.A. **Stem vascular architecture in the rattan palm *Calamus* (Arecaceae – Calamoideae – Calaminae)**. American Journal of Botany 88(05): 797-809. 2001.

TONINI, H.; ANTONIO, L. M. M. F. **Rendimento em madeira serrada de cupiuba (*Goupia glabra*), caferana (*Erismia uncinatum*) e angelim-pedra (*Dinizia excelsa*)**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. (Comunicado Técnico, n.7).

TRINDADE, A. A. **Viabilidade de Utilização de Sementes de Palmeiras no Design de Artigos Pessoais**. Manaus: UFAM, 2005. Relatório Final de PIBIC.

TRINDADE, A. A. **Design de Joias: Utilização de Sementes de Palmeiras no Design de Joias**. UFAM. Projeto de Graduação. Manaus. 2010

VALÉRIO, A.F.; WATZLAWICK, L.F.; SANTOS, R.T.; BRANDELERO, C.; KOEHLER, H.S. **Quantificação de resíduos e rendimento no desdobro de *Araucária angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze**; *Floresta*, Curitiba, v. 37, n. 3, 2007. 12 p.