



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

MIRELLA SOUSA E SILVA

ESTUDO DA QUALIDADE DE MADEIRAS DE ÁRVORES CAÍDAS EM ÁREA
DE MANEJO FLORESTAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

MANAUS

2013

MIRELLA SOUSA E SILVA

ESTUDO DA QUALIDADE DE MADEIRAS DE ÁRVORES CAÍDAS EM ÁREA
DE MANEJO FLORESTAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – PPGCIFA na linha de pesquisa “Tecnologia de Recursos Florestais”, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Claudete Catanhede do Nascimento

Coorientador: Prof. Dr. Niro Higuchi

MANAUS

2013

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

S586e	<p>Silva, Mirella Sousa e Estudo da qualidade de madeiras de árvores caídas em área de manejo florestal para o desenvolvimento de produtos / Mirella Sousa e Silva. - 2013. 100 f. : il. color. ; 31 cm. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) — Universidade Federal do Amazonas. Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Claudete Cantanhede do Nascimento. Co-orientador: Niro Higuchi.</p> <p>1. Reflorestamento - Amazônia 2. Madeira – Produtos 3. Madeira – Utilização 4. Madeira - Exploração 5. Silvicultura I. Nascimento, Claudete Cantanhede do, orientador II. Higuchi, Niro, orientador III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título</p> <p>CDU (2007): 630*23(811)(043.3)</p>
-------	---

MIRELLA SOUSA E SILVA

ESTUDO DA QUALIDADE DE MADEIRAS DE ÁRVORES CAÍDAS EM ÁREA
DE MANEJO FLORESTAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Recursos Florestais para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Amazonas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Niro Higuchi

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Profa. Dra. Karla Mazarelo Maciel Pacheco

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Aprovado em 10 de Dezembro de 2013.

Aos meus pais, irmã e esposo pelo conforto e amor incondicional, com meu carinho e gratidão.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus em primeiro lugar, pois me conduziu a este momento. A toda equipe do Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira- LEAM/Inpa, em especial ao Jair, que me acompanhou em várias fases deste trabalho. A minha querida orientadora, Dra. Claudete Catanhede, pelo conhecimento compartilhado, apoio e amizade. Ao Dr. Niro Higuchi, por investir e acreditar que bons projetos podem surgir do intercâmbio de diferentes áreas do conhecimento. Aos colegas, Ágatha, Fábio, Larissa e Andrea, pelo estímulo. Ao amigo Rômulo, por me acompanhar voluntariamente nas atividades de campo e mostrar-se sempre disponível a me ajudar. A minha querida amiga e eterna professora Karla Mazarelo e seu esposo Almir Pacheco, aos quais sou grata pelos conselhos e incentivo que contribuíram significativamente para a conclusão deste trabalho.

Adquire a sabedoria, adquiere o entendimento; e não te esqueças nem te desvies das palavras da minha boca, nem delas te apartes. Não abandones a sabedoria, e ela te guardará; ama-a, e ela te protegerá.

Provérbios 4.5,6

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo das características tecnológicas e de uso para o desenvolvimento de produtos a partir de algumas espécies oriundas de árvores naturalmente caídas da Amazônia. A pesquisa é delimitada pela análise de suas propriedades físicas e aplicação da proposta com base no estudo da qualidade da madeira. Tendo como referência para a realização dos experimentos a determinação da densidade básica e estabilidade dimensional das espécies; como também procedimentos relacionados ao seu processamento. Além dos princípios fundamentais adotados pelo manejo florestal para este contexto, o documento também relata a participação do design como um instrumento estratégico para a concepção de produtos, dos quais se utilizou os seus principais atributos como forma, função e ergonomia. Dos resultados alcançados, a pesquisa ressalta que as propriedades físicas de muitas das espécies estudadas apresentaram boa indicação para a confecção de produtos, ainda que esta madeira não seja utilizada comercialmente pelo desconhecimento deste potencial. Como conclusão, observou-se que o uso da madeira caída para o design de produtos é uma alternativa viável e pode representar uma excelente oportunidade de retorno econômico. Aliado ao conhecimento da tecnologia da madeira e a metodologia de design para o desenvolvimento de bons projetos, o que também pode contribuir para minimizar as pressões exercidas em torno da floresta viva.

Palavras-chaves: manejo florestal, madeira de árvores caídas, tecnologia da madeira, design de produto.

ABSTRACT

This paper presents a study of technological characteristics and of use for the development of products from some species from naturally fallen trees in the Amazon. The research is bounded by the analysis of their physical properties and application of the proposal based on the study of the wood quality. Taking as reference to the experiments the determination of the basic density and dimensional stability of the species, as also procedures related to their processing. In addition to the fundamental principles adopted by forest management in this context, the paper also reports the participation of design as a strategic tool for the conception of products, of which its main attributes such as shape, function and ergonomics has been used. From the results achieved , the research highlights that many of the physical properties of the studied species has showed good indication for the manufacture of products, although this wood is not used commercially by unfamiliarity of its potential. In conclusion, we observed that the use of wood of fallen tree in the design of products is a viable alternative and may represent an excellent opportunity of economic return. Coupled with the knowledge of wood technology and design methodology for the development of good projects, which can also help reduce the pressure around the living forest.

Keywords: forest management, wood of fallen trees, wood technology, product design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A e B. Móveis produzidos sem nenhum parâmetro de fabricação.....	25
Figura 2: A. Painel de compostos laminados. B e C. Painéis de compostos particulados(MDP e MDF).....	27
Figura 3: A e B. Painéis de madeira maciça com colagem lateral de diversas espécies.	28
Figura 4: A. Mesa de Jantar com madeira caída; B. Banco reutilizando a tora; C. Aparador com cerne e alburno.....	28
Figura 5: A, B e C. Configurações de pastilhas desenvolvidas a partir de resíduos de madeira.	29
Figura 6: A e B. Produtos de madeira a partir de colagem.....	31
Figura 7: A e B. Lixas de diferentes granulações.....	34
Figura 8: A. Cavilhas de diversos tamanhos; B e C. Cavilhas em utilização.....	37
Figura 9: Esquema do funcionamento da ligação espigada.....	38
Figura 10: Mapa de localização da ZF2.	46
Figura 11: A e B . Árvores com raízes expostas.	47
Figura 12: A e B. Dificuldades na medição de algumas árvores devido a sua localização.	47
Figura 13: A. Técnico coletando os discos; B. Discos numerados no campo.....	49
Figura 14: A. Análise do sentido dos raios; B. Retirada das amostras.....	50
Figura 15: A. Retirada da cunha na máquina serra fita. B. Remarcação da amostra.	51
Figura 16: A. Marcação dos corpos de prova; B. Numeração sequencial.....	51
Figura 17: A e B. Agrupamento em sacos plásticos.....	52

Figura 18: A. Pesagem do corpo de prova; B. Utilização da balança de precisão.	52
Figura 19: A e B. Preparação dos corpos de prova para estufa.	53
Figura 20: A. Seleção da árvore no campo; B. Retirada do disco; C. Presença de ocosidade.	54
Figura 21: A. Tora aguradando o desdobro; B. Desdobro em função das características da tora.	55
Figura 22: A. Início do desdobro; B. Retirada das peças; C. Finalização do desdobro e D. Peças resultantes à esquerda.	56
Figura 23: A. Secagem em estufa; B. Empilhamento das peças de maneira uniforme. .	57
Figura 24: A. Marcação das peças; B. Medição da largura e comprimento; C. registro dos defeitos, D. Classificação por tamanho.	58
Figura 25: A. Coleta de amostras das madeiras utilizadas; B. Registro fotográfico.	59
Figura 26: Algumas fases da metodologia proposta do Munari.	60
Figura 27. Primeiros esboços do processo de criatividade.	61
Figura 28. Peças modulares do primeiro produto.	63
Figura 29. Máquinas utilizadas no processo.	64
Figura 30: A. Corte na serra fita; B. Retirada da parte interna da peça, C. Anel Central cortado e D. Pernas.	64
Figura 31. Altura sugerida para mesa de jantar.	65
Figura 32. A. Anotação das pranchas; B. Processamento em pranchas de menor espessura.	66
Figura 33: A. Madeira caída; B. Madeira de demolição.	66
Figura 34: A. Peças para a colagem; B. Cola preparada; C. Processo de colagem e D. Processo de cura.	67

Figura 35: A. Painel pronto para colagem; B. Peça finalizada com o uso da cola.....	67
Figura 36. a. Painel com diversas espécies coladas; b. Painel cortado para formação do tampo.	68
Figura 37: A. Corte de uma das pernas; B. Retirada do excesso de cola; e C. Inserção dos parafusos.	68
Figura 38: A. Peças prontas para colagem; B. Furos para facilitar a inserção das porcas.	69
Figura 39: A. Furo realizado na parte inferior das pernas da mesa; e B. “Sapatas” rosqueadas na peça.	69
Figura 40. A. Tampo de Madeira; B. Banco com colagem de peças e; C. Porta com peças de diferentes espécies coladas.	73
Figura 41. A, B e C. Diferentes níveis de degradação encontrados.	79
Figura 42: A. Coleóptos encontrados na madeira; B. Presença de degradação em algumas peças.	87
Figura 43: A. Projeto projetivo e B. Modelo confeccionado.....	88
Figura 44. Peça com defeitos.....	88
Figura 45. Peças utilizadas junto a espécie de madeira caída.	90
Figura 46. A e B. Projetos gerados para utilização da madeira.	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variação dos diâmetros das madeiras estudadas por sítio.	23
Tabela 2. Coeficiente de anisotropia.	32
Tabela 3 Alguns tipos de óleos e suas indicações de uso.	35
Tabela 4 Alguns tipos de ceras e suas indicações de uso.	35
Tabela 5. Classificação dos adesivos conforme a norma DIN EN 204.	39
Tabela 6. Classificação de metodologias de design segundo suas características.	43
Tabela 7 Tabela de requisitos e parâmetros.	62
Tabela 8. Espécies de madeiras utilizadas pelas marcenarias no município de Itacoatiara.	73
Tabela 9. Propriedades tecnológicas das espécies.	76
Tabela 10. Espécies de madeiras caídas inventariadas.	77
Tabela 11. Volumetria das árvores inventariadas.	78
Tabela 12. Densidade básica das 13 espécies de madeiras provenientes de árvores caída.	80
Tabela 13. Teste para comparação de média para os valores da densidade básica.	81
Tabela 14. Estabilidade Dimensional.	83
Tabela 15. Teste de Tukey para estabilidade dimensional.	84
Tabela 16. Volume e rendimento da espécie selecionada.	86
Tabela 17. Rendimento da madeira em função do primeiro produto.	89
Tabela 18. Rendimento da madeira em função do segundo produto.	89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo Geral.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
1.3 PREMISSAS DA PESQUISA.....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 O POTENCIAL DA FLORESTA	21
2.1.1 Madeiras de árvores naturalmente caídas.....	22
2.2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA VALORIZAÇÃO DA MADEIRA.....	24
2.2.1 Novas formas de aproveitamento.....	26
2.3 PARÂMETROS PARA A FABRICAÇÃO DE PRODUTOS COM MADEIRA... 30	
2.3.1. Alguns processos aplicados à madeira.....	31
2.3.2 Ligações mecânicas da madeira	36
2.4 <i>DESIGN</i> DE PRODUTO	40
2.4.1 Ergonomia	42
2.4.2 Metodologia de <i>Design</i>	43
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	45
3.2 LOCAL DA COLETA.....	45

3.3 INVENTÁRIO DAS ÁRVORES CAÍDAS NATURALMENTE NO PERÍMETRO DA ZF2	46
3.4 ESTIMATIVA DO VOLUME DO MATERIAL LENHOSO DAS ÁRVORES	48
3.5 COLETA DAS AMOSTRAS NO CAMPO	49
3.6 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS	50
3.6.1 Densidade básica	51
3.6.2 Estabilidade dimensional.....	53
3.7 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES	54
3.8 DESDOBRO DA ESPÉCIE SELECIONADA	55
3.8.1 Secagem e classificação das peças desdobradas a 12%	57
3.9 LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE MADEIRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA	58
3.10 METODOLOGIA DE DESIGN PARA CONCEPÇÃO DE PRODUTOS.....	59
3.11 ANÁLISE DOS DADOS.....	70
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4.1 DIAGNÓSTICO DAS ESPÉCIES DE MADEIRAS UTILIZADAS NAS MARCENARIAS DO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA.....	71
4.2 QUANTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS MADEIRAS DAS ÁRVORES CAÍDAS NATURALMENTE.....	77
4.3 QUALIDADE DAS MADEIRAS DAS ESPÉCIES COLETADAS	79
4.3.1 Densidade básica das espécies de madeiras provenientes de árvores caída... 80	
4.3.2 Estabilidade dimensional básica das espécies de madeiras provenientes de árvores caída.....	83

4.4 RENDIMENTO DAS MADEIRAS CAÍDAS E DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS	86
CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

1 INTRODUÇÃO

As madeiras de árvores naturalmente caídas já vêm sendo estudadas há algum tempo, sob o contexto do manejo florestal comunitário, e em Unidades de Conservação na Amazônia. A importância destes estudos abrange tanto a identificação do volume disponível na floresta quanto ao desenvolvimento de alternativas socioeconômicas para os comunitários de Resexs. Em alguns países como Costa Rica, esta madeira é mensurada e estimada em inventários florestais, contudo a sua avaliação em termos econômicos é demasiadamente limitada (ALONSO-MARTINEZ & BEDOYA,1997; NACIMENTO et al, 2010).

No Brasil, a Bahia foi o primeiro estado brasileiro a receber um ato normativo, destinado à utilização de resíduos florestais desta natureza, para fins de produção. E mesmo sendo considerado como um dos estados que mais contribuíram para devastação da Mata Atlântica segundo dados do INPI, obteve resultados positivos, conseguindo contornar este quadro. Atualmente, destina esta matéria prima principalmente para o setor moveleiro, caracterizando seus produtos como oriundos de processos de baixo impacto ambiental¹.

Experiências como estas, demonstram a excelente oportunidade de se trabalhar com estas madeiras, tendo em vista a escassez de recursos madeireiros em várias regiões do mundo. Além disso, observa-se que as florestas enquanto manejadas podem oferecer muito além da matéria prima viva, sendo possível encontrar um grande volume de madeira também nas madeiras caídas disponíveis no solo (HIGUCHI, 2006). Na Amazônia, por exemplo, cerca de vinte e quatro árvores com diâmetro superior a 20 cm morrem por segundo, em um minuto este número corresponde a 1.440 árvores, o que representa um valor considerável em madeira sem nenhum aproveitamento, até então (NASCIMENTO et al., 2010).

Toda matéria morta em decomposição é responsável pela emissão de gases conhecidos como responsáveis pelo efeito estufa, tais como: o gás carbônico (CO²), o

¹ Disponível em: <<http://www.atlanticanews.com.br/lerdoc.php?noticia=4668>> Acesso em 29 nov. 2011.

gás metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Este fenômeno, também ocorre como produto da decomposição destas árvores, somado a atividades como queimadas, queima de combustíveis fósseis e mau uso da terra. Entretanto, quando utilizada, esta matéria orgânica, que contribui significativamente com a quantidade de carbono emitida pela floresta para atmosfera, têm o seu carbono fixado na madeira, evitando sua liberação na atmosfera (ROCHA, 2010).

Além disso, a utilização de madeiras caídas mostra-se excelente para a captação de recursos madeireiros de forma justa, por meio do uso disponibilizado de forma natural pela floresta. Fazendo-se necessário o estudo do quanto se pode utilizar e ao mesmo tempo deixar desta matéria prima na floresta para formação de nutrientes no solo.

Trabalhos realizados na região já atestaram a existência de volume significativo de madeira disponível para exploração no solo, possibilitando inclusive a identificação das espécies no campo. Isso se mostra relevante, tendo em vista o valor comercial de muitas destas, frequentemente utilizadas em marcenarias locais. Tornando a investigação sobre o seu potencial de uso indiscutível, dado o volume existente da matéria prima constatado. E embora, muitos trabalhos já venham experimentando a utilização da madeira caída em práticas de manejo comunitário. Faz-se necessário ainda, sua validação em produtos de maior valor agregado e de maior competitividade no mercado de produtos de madeira.

Do mesmo modo, já se sabe que projetos deste tipo vêm sendo empregados em outros Estados do Brasil, contudo sem uma regulamentação que cause maior impacto e mudança nas práticas de uso desta matéria prima. Somente na Bahia estas madeiras são empregadas para fabricação de objetos de valor, enquanto que em outros Estados, como o Paraná, uma regulamentação estadual, restringe a utilização da madeira caída para fins de energia. Assim, em vista da escassez deste recurso, principalmente de algumas espécies, o emprego da madeira caída no setor é urgente e deve ser avaliado como um caminho a ser explorado.

Esta investigação foi amparada nas oportunidades existentes em torno da utilização da madeira caída. E na experiência de aproveitamento efetuada em outros

estados do Brasil, bem como nos resultados obtidos em pesquisas sobre o volume de madeiras caídas disponível em algumas regiões da Amazônia. A fim de que estes estudos fornecessem conhecimentos técnicos e científicos necessários para contribuir com a pesquisa. Contudo, faz-se necessário ressaltar que este, não teve como objetivo a confecção de um produto em específico, mas à investigação do uso da madeira de forma mais ampla. Visando a obtenção de informações e dados sobre a sua qualidade, gerando registros, que favoreçam o uso dessa matéria-prima para o desenvolvimento de quaisquer produtos futuros.

A tecnologia da madeira também foi um dos principais fatores considerados nesta investigação, uma vez que algumas das características da madeira correspondem a sua qualidade e ao seu comportamento, principalmente quando destinadas a confecção de produtos. O design foi empregado neste estudo sob o aspecto dos seus atributos, dos quais, a forma, função e ergonomia foram os principais destes.

Dentre as muitas razões que justificam a realização deste trabalho, o incentivo a formação de uma legislação para as práticas de exploração e uso comercial, é uma das principais, sem desconsiderar a importância das práticas de manejo neste processo. Assim, pretende-se contribuir com a geração de políticas públicas que colaborem para o desenvolvimento do setor madeireiro do Estado de forma justa com a floresta.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade e o potencial da madeira de árvores caídas naturalmente na floresta para desenvolvimento de produtos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Estudar as propriedades físicas de algumas espécies de madeiras de árvores caídas naturalmente;
- b) Propor o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado com a utilização da madeira estudada;
- c) Fornecer subsídios para o uso da matéria prima comercialmente através dos resultados obtidos.

1.3 PREMISSAS DA PESQUISA

A não utilização do material lenhoso de árvores naturalmente caídas pode ser resultante dos seguintes fatores:

- a) Desconhecimento de suas propriedades tecnológicas,
- b) Ausência de estudos que comprovem a viabilidade de uso de sua matéria prima,
- c) Falta de metodologia adequada para a obtenção do produto,
- d) Ausência de normas que favoreçam sua exploração e utilização comercial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O POTENCIAL DA FLORESTA

A região amazônica é conhecida pela riqueza de seus recursos naturais, de modo que a atividade florestal torna-se uma prática comum para quem sobrevive de tais recursos. Seu uso, destinado à geração de renda por comunidades é comum em países tropicais e na Amazônia, os principais produtos extraídos da flora nativa são óleos, resinas, cipós, palhas, sementes, e frutos com emprego alimentício, medicinal e artesanal, variando em cada região (AMARAL; AMARAL NETO, 2005).

Ainda com a flora em tela, a madeira é utilizada em toda Amazônia para comércio, serviços e subsistência quanto à habitação, geração de energia, embarcações e ferramentas. Adicionalmente, os baixos preços e a sazonalidade da produção dos recursos extrativistas estimulam as comunidades a buscarem formas alternativas de gerar renda a partir do recurso madeireiro (Idem, Ibidem). Segundo Loureiro (1979), a floresta amazônica divide-se em dois tipos: as matas de várzea em solos alagáveis e as matas de terra firme respectivamente. Nestas matas, desenvolvem-se as árvores, com características específicas de sua localização, as matas de várzea são caracterizadas por espécies florísticas mais homogêneas e de madeiras leves. Enquanto as matas de terra firme possuem composição mais heterogênea, composta de espécies com madeiras mais duras e pesadas, mas de riquíssimas características e valor.

Apesar da grande riqueza, cerca de 10.000 km² de florestas tropicais são perdidas a cada ano, em razão da extração ilegal, do avanço da agricultura e pecuária, como também do baixo nível tecnológico (NEPSTAD et al., 2003). Este último fator, gerando altos índices de desperdício, onde cerca de 35% da matéria-prima é perdida quando esta é desdobrada para o consumo interno e 70% quando o produto é destinado para o exterior (CAVALCANTI et al. 2003). Este quadro, juntamente com desenvolvimento do setor madeireiro na região, corroborou para a criação do decreto de Lei, de nº 3.420 de 20 de abril de 2000, destinado a promover este crescimento de forma sustentável (BRASIL, 2008). Assim como, gerou o desenvolvimento de

regulamentações destinadas a estratégias de conservação, como as aplicadas em Unidades de Conservação sustentável. Nestas a utilização da madeira, bem como os demais recursos naturais, são utilizados segundo as normas estabelecidas, em sua maioria para subsistência. Embora estas medidas contribuam de algum modo para redução dos impactos na floresta, todavia, há o que se discutir sobre este meio de gestão, uma vez que muitas populações sobrevivem do extrativismo e poderiam obter geração de renda e manejo dos recursos florestais, aliados a geração de renda e aplicação de suas habilidades tradicionais (ROCHA, 2010, p.1).

2.1.1 Madeiras de árvores naturalmente caídas

A árvore pode ser definida com um ser vivo adaptável e ativo, ela come, dorme, respira, produz, cresce e finalmente morre. A idade média das árvores na região de Manaus, segundo pesquisas, é de 490 anos, estas se desenvolveram em solos formados ao longo de três a cento e oitenta anos (HIGUCHI et al., 2010, p.18). Quando estas caem, são dadas como mortas, e podem cair por diversos fatores, como uma tempestade, raios e vento forte, ou por conta de doenças que favoreçam esse processo; uma árvore também pode morrer de velhice (NASCIMENTO et al., 2010). Sua morte e exposição ao chão dão origem ao termo árvore caída, ou simplesmente necromassa, sendo esta, considerada como matéria orgânica em decomposição (ROCHA, 2010).

Estudos realizados em quatro Unidades de Conservação em municípios do interior do Estado do Amazonas, com o objetivo de quantificar o volume destas madeiras para manejo comunitário, demonstraram o seu potencial, considerando o volume disponível na floresta. Neste trabalho, Rocha (2010) estimou o volume das madeiras caídas por hectare em cada sítio, através da mensuração das árvores com DAP > 10 cm. Também foi considerado o nível de aproveitamento das toras, onde a autora as caracterizou visualmente em cinco classes, sendo 0% totalmente deteriorada, 25%, 50%, 75% e 100% quando intacta.

A classificação mencionada foi formulada a partir da afirmativa de que a madeira não precisa necessariamente ser retirada em pranchões ou tábuas e que pode ser

destinada a outros tipos de mercados como, por exemplo, o das movelarias. A cubagem foi realizada, segundo a autora, apenas nas árvores com o fuste bem conservado, evitando assim, erros de medição. Foi identificado durante esse processo, as variações de diâmetro em cada sítio estudado, conforme podemos observar na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Variação dos diâmetros das madeiras estudadas por sítio.

Sítios	>DAP (cm)	<DAP (cm)	Variação altura (m)
1	180	*	7 - 42
2	126	*	9,4 - 40,5
3	126	10	44,8
4	113	11	10,4 - 36

Fonte: Adaptado de Rocha, 2010.

(*) Não especificado.

Além de constatar a existência de indivíduos com diâmetros consideráveis, a pesquisa permitiu ainda, comparar o volume da madeira caída com as estimativas de volume da madeira em pé, por meio de estudos já realizados anteriormente nos mesmos sítios com indivíduos com $DAP > 10$ cm. O resultado foi que o volume de madeira caída corresponde em média 2,6% ($\pm 2,3$) do volume da floresta em pé nos locais analisados.

Do ponto de vista de estoque disponível, o potencial de aproveitamento desta madeira pelas comunidades dos sítios estudados mostrou-se possível. E no que diz respeito à escassez de estudos para o conhecimento deste recurso na região, Rocha (2010) afirma que a madeira caída pode ser o catalisador para o aprendizado de uso e acesso a mercados que valorizem integral a madeira tropical com tecnologia adequada, poupando o corte de árvores.

Para isso, devem ser estabelecidas regras para sua utilização, como já tem ocorrido em outros Estados para o uso racional de indivíduos desvitalizados. Ainda segundo a autora, a madeira caída é um produto florestal com altas perspectivas de vigorar no mercado, e quando manejada permitirá oportunidades para contenção das atividades predatórias. Além de aumentar o tempo de residência do carbono, quando esta for destinada a confecção de objetos.

2.2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA VALORIZAÇÃO DA MADEIRA

Pode-se afirmar que na Amazônia, o principal produto madeireiro é a madeira serrada, neste processo mais da metade da matéria prima é desperdiçada na forma de resíduos (TELES, 2007, p. 1). De acordo com Barbosa (2001), a tecnologia empregada no processo de exploração e beneficiamento da madeira na região ainda considera-se rudimentar; e juntamente com a mão-de-obra desqualificada na região colaboram para redução da competitividade local. O autor afirma que cerca de 52% das empresas do segmento adquiriram máquinas e equipamentos na linha de produção durante o período de 1990 a 1996, e desde então, houve poucos avanços tecnológicos no setor.

A ausência de tecnologia no Estado contribui de forma efetiva para a diminuição das reservas de madeira na floresta, porque promove um enorme desperdício de matéria prima. O pau- rainha (*Brosimum rubescens*), por exemplo, gera em torno de 60 a 75% de resíduos durante o seu processamento, que em sua maioria são destinados a geração de energia (HAYASIDA et al., 2008). Entretanto, a redução de desperdício poderia ser amenizada com a inserção de inovação tecnológica e capacitação de recursos humanos para o correto manuseio da madeira.

A inovação almejada para este setor, também pode corresponder ao conhecimento e aplicação de novas formas de processamento, assim como oportunidades eficientes para o seu reaproveitamento e utilização. O desenvolvimento de métodos e a adaptação de máquinas também poderiam ser consideradas intervenções significativas na produção da madeira. Yonekura (2004) afirma, que a qualidade da madeira também está relacionada a sua secagem, o que compreende o investimento de tecnologias também neste aspecto.

Alguns fatores contribuem para o baixo uso da madeira na confecção de produtos, como móveis por exemplo, sendo estes: a falta de conhecimento tecnológico; o desinteresse por madeiras de algumas espécies devido a ausência de conhecimento de suas características; a pouca atenção dispensada a madeira nos cursos de formação técnica e superior que fazem uso da mesma em seus projetos e a carência de uma legislação que vise padrões de qualidade e tolerâncias para o seu uso (RAZERA &

MUNIZ, 2006). Partindo deste princípio, identificou-se possíveis razões pelas quais o setor da madeira na Amazônia concentra-se no mercado de madeira serrada, uma vez que muitos destes fatores são aplicáveis a realidade local. Para tanto, faz-se necessário muito mais que melhorias tecnológicas para garantir a inovação neste setor, a madeira deve ter um fim mais útil e rentável e, que corresponda as demandas existentes.

Baxter (2000) afirma que a inovação é um ingrediente vital para o sucesso de negócio, pois fomenta a competição no mercado, incentivando a introdução contínua de novos produtos. Em termos de produtos com madeira, a Amazônia não se difere, porque permanece nas mesmas práticas há décadas, resultando na perda de oportunidades para desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, partindo da transformação da matéria prima em produto final.

Na região, a escassez no campo tecnológico vivido pelo setor, restringiu o uso da madeira ao desenvolvimento de pequenos objetos, muitos destes produzidos por artesãos e comunidades como forma de aproveitamento de resíduos, contudo sem parâmetros e aspectos de qualidade mínimos que pudessem gerar competitividade com os produtos desenvolvidos com madeira em outras regiões do Brasil (ITÓ, 2010). Além disso, a ausência de investimentos em capacitação técnica também contribuiu para que estes mesmos produtos não avançassem por ausência de projeto e conseqüentemente fossem impedidos de reprodução em escala industrial (Figura 1).



Figura 1: A e B. Móveis produzidos sem nenhum parâmetro de fabricação.
Fonte: Do autor, 2011.

Desde a época de 90, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia vem desenvolvendo trabalhos no aproveitamento de resíduos para a confecção de artefatos, móveis e outros objetos com o objetivo de valorizar a madeira amazônica, no que diz respeito a sua utilização em projetos de produto. Entretanto, entende-se que para o desenvolvimento de quaisquer produtos, há desafios, tais como pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso, unindo várias competências que abrangem desde o *marketing*, engenharia e design (Baxter, 2000). De modo que a soma de conhecimentos básicos e metodológicos, possam nortear as atividades do projeto e este. Assim, partindo do princípio do uso da madeira para o desenvolvimento de produtos no Estado, novas tecnologias necessitam ser empregadas. Todavia, também faz-se necessário repensar a concepção destes produtos, tanto quanto, quais destes podem contribuir para o crescimento do setor.

2.2.1 Novas formas de aproveitamento

No Brasil atualmente, um dos principais produtos desenvolvidos com madeira é o painel. Esse mercado fortaleceu-se, principalmente pela grande demanda de madeira serrada de eucalipto no mercado, em substituição às madeiras consideradas nobres, obtidas da mata atlântica e de nossas florestas. O preço elevado da matéria prima de origem tropical, e as dificuldades de transporte também corroboraram para a valorização de madeiras de reflorestamento. Assim os painéis, foram ganhando espaço no mercado na criação de produtos de madeira reconstituída, atendendo as indústrias moveleiras e de construção civil ².

À medida que foram evoluindo os métodos e processos para reconstituição da madeira, os painéis foram se diversificando, e atualmente podem ser encontrados constituídos de diversas formas. Sua principal diferenciação se dá devido a sua

² Disponível em <www.remade.com.br/revistadamadeira_materia.php?num331&subject=Mercado&title=A%20ind...> Acesso em: 03 fev. 2012.

composição, sendo uns classificados como compostos laminados compostos e compostos particulados (IWAKIRI, 2005). A variedade e as vantagens deste novo produto tornou o mercado de painéis de madeira maciça quase extinto, embora algumas de suas características fossem superiores as dos novos painéis (Figura 2), tais como a fixação de pregos e outros elementos de ligação com maior durabilidade.

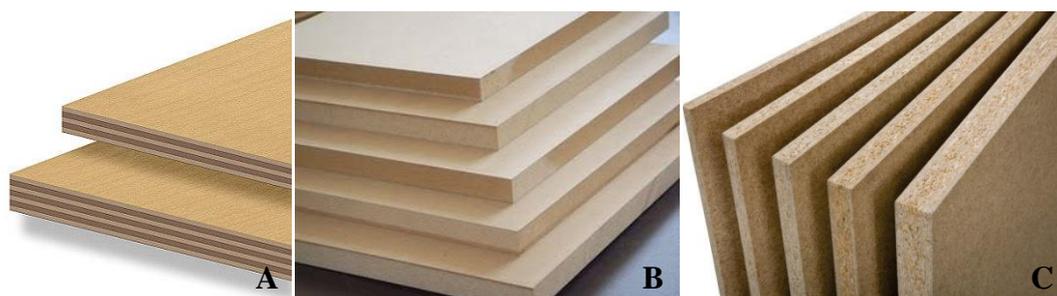


Figura 2: A. Painel de compostos laminados. B e C. Painéis de compostos particulados(MDP e MDF).
 Fonte: Disponível em http://www.fiorellamoveis.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=7:aglom
 Acesso em 02 out 2013.

A partir das inúmeras formas de aproveitamento de resíduos, algumas empresas recorreram novamente à fabricação destes painéis visando o aumento da produtividade, e passaram a maximizar a utilização da madeira através de técnicas de colagem. Uma iniciativa que trouxe benefícios econômicos e sustentáveis (LOPES & GARCIA, 2005). Em vista disso, o aproveitamento das madeiras para este fim, torna-se relevante no que diz respeito à valorização da madeira amazônica. Pois, embora seja uma matéria prima de alto custo, é comercializada com baixo ou nenhum valor agregado, o que não contribui de fato para o seu enobrecimento comercial.

A vantagem de se trabalhar com este tipo de produto, tem suas vantagens, pois compreende diferentes dimensões de toras, tábuas, sarrafos, além de aumentar a taxa de utilização da madeira (Figura 3). É importante salientar que as técnicas voltadas para formação de painéis de colagem lateral e colagem de face, aplicam-se perfeitamente às possibilidades de aproveitamento da madeira local, inclusive das madeiras oriundas de árvores naturalmente caídas, considerando os possíveis níveis de degradação, pois as técnicas permitem a colagem de peças de tamanhos diferenciados.

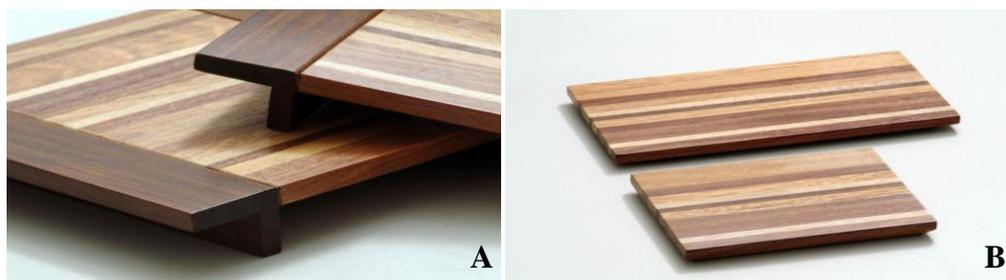


Figura 3: A e B. Painéis de madeira maciça com colagem lateral de diversas espécies.
Fonte: <www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num?331> Acesso 03 fev. 2012.

Como já foi mencionado, a maior parte dos painéis produzidos com pinus e eucalipto são destinados à fabricação de móveis. Assim, subtende-se que os painéis de madeira amazônica podem obter uma boa aceitação do mercado para este fim, isso porque a madeira nativa possui excelente resistência, além de atrativos visuais pela variedade de cores e padronagens de algumas espécies.

A madeira também pode ser inserida no desenvolvimento de outros produtos, pois muitos projetos de móveis, por exemplo, expõem as características naturais da tora, como oco e furos, e fazem uso destes detalhes para o máximo rendimento da madeira, além de produzir peças exclusivas, visto que cada árvore possui composições únicas esculpidas pela própria natureza (Figura 4). O apelo sustentável neste tipo de produto torna-se evidente, mas não é o único valor inserido das peças, uma vez que o design também é inserido, respeitando as características, propriedades e aplicações da madeira³.

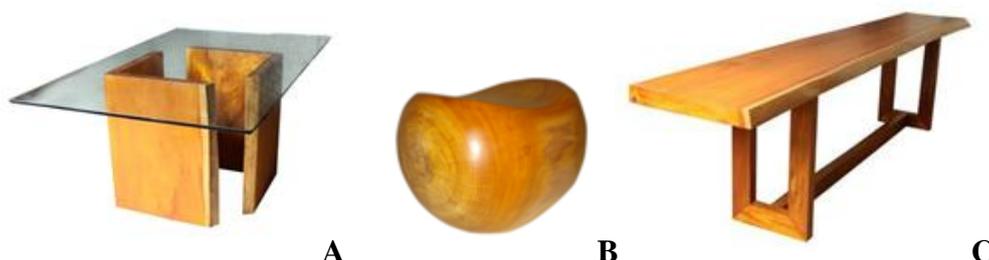


Figura 4: A. Mesa de Jantar com madeira caída; B. Banco reutilizando a tora; C. Aparador com cerne e alburno.

Fonte: <<http://www.camacadesign.com/produtos2.cfm?id=22>> Acesso 15 nov. 2012.

³ Disponível em: <www.camacadesign.com/trabalho.cfm> Acesso em: 01 out. 2012.

Como se vê, a madeira traz uma infinidade de oportunidades para o seu uso, desde a fabricação de móveis, luminárias e também produtos de menor dimensão, como é o caso das pastilhas de madeira. Atualmente, muitas empresas têm investido neste segmento pelo excelente retorno econômico, e também pela facilidade de obtenção da matéria prima, como é o caso da empresa Akatu Pastilhas de Madeira, que utiliza resíduo de indústrias vizinhas no município de São José dos Pinhais. Estas pastilhas, assim como aquelas confeccionadas com vidro e também materiais orgânicos como o côco, são empregadas em diversos projetos de interiores, na forma de revestimentos de paredes, formação de painéis de cabeceira e TV, desenvolvimento de bancadas e para outros fins decorativos (Figura 5). Essa experiência de aproveitamento contribui para a redução de emissão de carbono, além de reduzir o desperdício ⁴.



Figura 5: A, B e C. Configurações de pastilhas desenvolvidas a partir de resíduos de madeira.
Fonte: <http://www.mosarte.com.br/produto/line/14> Acesso em; 02 out. 2013.

Faz-se importante ressaltar que muitas das espécies aproveitadas pela empresa já citada, são de origem tropical, como a maçaranduba, itaúba, muiirapiranga, jatobá, cumaru, o que se entende como uma possível oportunidade para aproveitamento de madeiras de árvores naturalmente caídas para este fim. Considerando que para o processo de formação das pastilhas não se exige peças de grandes dimensões, e as

⁴ Disponível em: <<http://www.akaturevestimentos.com.br/sustentavel.php>> Acesso em: 26 out. 2012.

composições formatadas para aplicação em projetos de interiores permitem a mistura de várias espécies, valorizando os indivíduos pelas cores e padrões visuais (Idem, Ibidem).

Deste modo, percebe-se que os produtos desenvolvidos a partir da madeira são diversificados, atendem a vários mercados e vem evoluindo junto aos novos processos tecnológicos, permitindo o máximo de aproveitamento do material lenhoso. Entretanto, faz-se necessário conhecer algumas peculiaridades deste tipo de produto, bem como os fatores os que resultam na sua qualidade e durabilidade.

2.3 PARÂMETROS PARA A FABRICAÇÃO DE PRODUTOS COM MADEIRA

Lesko (2012) afirma, que a forma de um produto está relacionada de algum modo com a maneira como este é fabricado, e se a forma é resultante deste processo, o designer industrial deve possuir o conhecimento necessário de todos os processos disponíveis, e as implicações que correspondem a sua aplicação. Além disso este deve ter confiança quanto a escolha do melhor método, uma vez que este cuidado garantirá a qualidade e o bom funcionamento do objeto, e as formas mais econômicas de produção.

Uma boa base sobre materiais e processos permite inúmeras possibilidades e soluções de design, portanto faz-se necessário conhecer a fundo as características da matéria prima utilizada, para garantir que tanto projetos como processos sejam compatíveis com as suas características (Idem, Ibidem). No que diz respeito a madeira, suas propriedades anatômicas e físicas são determinantes, principalmente quando destinadas a confecção de produtos, sobretudo quanto ao processo de colagem (Figura 6). Dentre elas a densidade básica pode ser considerada a mais importante em razão de estar correlacionada com todas as propriedades mecânicas (tensões internas e externas), além de ser conceituada como um indicador de qualidade da madeira (IWAKIRI, 2005). Geralmente espécies de madeira com densidade elevada possuem resistência mecânica na mesma proporção, conforme já reportado em diversas pesquisas.



Figura 6: A e B. Produtos de madeira a partir de colagem.

Fonte: Disponível em <<http://www.etelinteriores.com.br/blog.php>>. Acesso em: 02 out. 2013.

Sabe-se que as propriedades físico-mecânicas, são influenciadas diretamente pelo teor de água presente na madeira, o que significa que o aumento da umidade compromete a resistência da mesma (GALVÃO E JANKOWSKY, 1985). Assim, processos como a secagem correta e a usinagem da madeira, pode evitar possíveis defeitos, muito comuns principalmente na fabricação de móveis. A maior parte dos problemas encontrados nestes produtos, são decorrentes principalmente da falta de parâmetros, não porque estes sejam inexistentes, mas na maioria dos casos, porque não são considerados (RAZERA e MUÑIZ, 2006). De que modo que, a investigação destes parâmetros e sua correta aplicação torna-se fundamental para o sucesso na fabricação de produtos com madeiras.

2.3.1. Alguns processos aplicados à madeira

2.3.1.1 Secagem

A secagem é um importante parâmetro de qualidade, quando deseja-se evitar possíveis defeitos em produtos com madeira. Pois a mesma, possui a característica de ganhar e perder umidade e este processo continua ocorrendo mesmo depois do desdobramento da tora, fazendo com que madeira continue absorvendo água em forma de vapor do meio ambiente, mesmo depois de cortada (GALVÃO E JANKOWSKY,

1985). Assim, a secagem é utilizada com finalidade de reduzir esse teor de umidade, igual ou próximo ao teor do local de uso, reduzindo os riscos de defeitos no produto beneficiado e potencializando a sua comercialização.

A estabilidade dimensional também é uma das razões pela qual a secagem se faz necessária; por meio dela pode-se escolher o método de secagem mais adequado à matéria prima, considerando as contrações sofridas pela madeira. Na Tabela 2, é possível observar os coeficientes para avaliação da qualidade da madeira segundo a sua anisotropia, ou seja, a sua capacidade de sofrer alterações dimensionais conforme o seu nível de estabilidade.

Tabela 2. Coeficiente de anisotropia.

Coeficiente de anisotropia	Qualidade da Madeira
< 1,5	Estável
> 1,5 < 2	Normal
> 2,6	Instável

Fonte: Adaptado de Galvão e Jankowsky, 1985.

Quando está análise não é realizada, a qualidade da madeira é comprometida, uma vez que sem este conhecimento, não podemos escolher o melhor programa de secagem. Entretanto, um processo de secagem adequado confere a madeira maior resistência mecânica, a redução do seu peso, estabilidade dimensional e resistência ao ataque de fungos e insetos, o que preserva a sua importância. Assim como, colagens mais resistentes e duradouras e; melhor acabamento (MENDES et al., 1996).

Estes aspectos, se considerados, contribuem diretamente para a competitividade das empresas, que está ligada diretamente com a qualidade de seus produtos e a eficácia dos processos, sendo necessário mais do que o diferencial apenas pela produtividade da matéria prima, e sim um alto padrão de acabamento e baixo custo (ZAMARIAN apud FILHO, 2004). O que também pode contribuir para maior credibilidade nos produtos desenvolvidos com madeira, desmitificando a idéia de que a madeira maciça é uma matéria prima ultrapassada, de pouca qualidade e destinada a pessoas de baixa renda (YONEKURA, 2004).

2.3.1.2 Usinagem

Um processo de extrema importancia, é o de usinagem, uma vez que este corresponde ao corte e transformação da madeira na forma desejada, tendo em vista suas dimensões e a qualidade da superfície. Para isso várias máquinas são utilizadas no processo, cada uma destinada ao beneficiamento da madeira de acordo com o seu uso final. Para Kohashi (2009), muitos são os fatores que podem interferir na usinagem das madeiras, sendo eles as ferramentas utilizadas, a própria peça e também o processo utilizado.

Deste ponto de vista, entendemos que as ferramentas e maquinários correspondem há uma parcela significativa do fracasso da indústria madeireira na região. E os investimentos neste setor não resolvem sozinhos os problemas dos produtos com madeira, os seus esforços necessitam evoluir juntamente com a capacitação da mão de obra local, para haja uma mudança de fato. Isso porque, este processo compreende a grande parte da quantidade de resíduos gerado pelo setor, pela ausência de manutenção nas máquinas e desconhecimento dos profissionais que processam a madeira. É imprescindível ainda, que haja uma conscientização das indústrias quanto à utilização adequada da tecnologia da madeira, do processo e do desenvolvimento de produtos, como também a inserção de um designer para garantir que os produtos sejam confeccionados em série e com maior precisão, é essencial para que os produtos com madeiras possam ganhar visibilidade no mercado (KOHASHI, 2009; NEPSTAD et al., 2003).

2.3.1.3 Lixamento

Tanto quanto os demais processos, o lixamento tem a sua importância para assegurar a qualidade dos produtos confeccionados com madeira. Sua classificação é tratamento superficial, e tem o intuito de vitalizar a sua superfície da madeira e

emprestar-lhe uma aparência decorativa (NENNEWITZ et al, 2008). Este processo exige paciência, além de sensibilidade do profissional para avaliar quando a granulação da lixa deve ser trocada. As lixas mais indicadas para madeira maciça obedecem respectivamente à granulação de P80, P100, P120, P150, P180 (Figura 7).

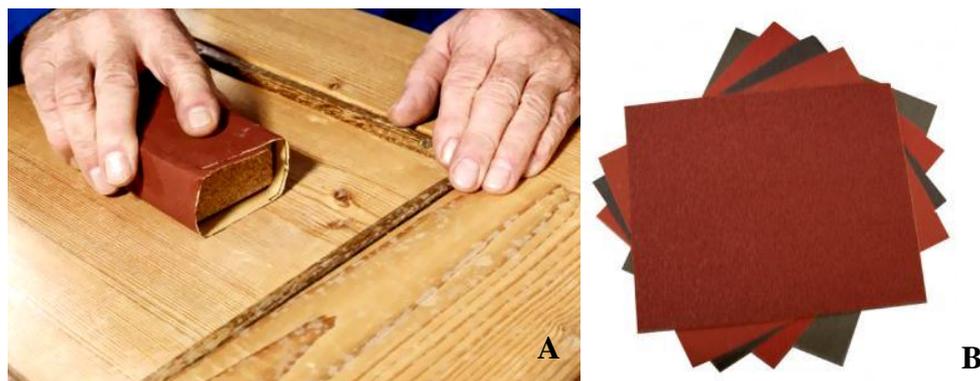


Figura 7: A e B. Lixas de diferentes granulações.

Fonte: <<http://www.triplicecor.com.br/corantes/tag/lixa-de-madeira/>> Acesso em 02 out. 2013.

Esta sequência refere-se ao uso das lixas mais grossas às mais finas, até que se atinja um excelente acabamento. O lixamento deve ser realizado no sentido longitudinal da peça, outro objetivo da lixa é deixar a peça com acabamento uniforme e, conseqüentemente, macia ao toque.

2.3.1.4 Acabamento superficial

Produtos de madeira em geral também devem ser polidos com o intuito de selar os poros, proteger a superfície, realçar a beleza, dar brilho e resistência ao calor ou umidade. O acabamento pode ser dado com produtos artificiais, como seladores, vernizes e tintas, ou com os antigos materiais e métodos naturais, representados por óleos e ceras. O acabamento final será o reflexo da qualidade da peça de madeira, pois nenhum outro artifício poderá disfarçar um material de má qualidade e o trabalho de um marceneiro de pouca habilidade. Dentre os materiais para cobertura já mencionados,

destacamos alguns tipos de óleos e suas indicações (Tabela 3), bem como sua utilização aliada a outros processos destacados anteriormente (NENNEWITZ *et. al.*, 2008).

Tabela 3 Alguns tipos de óleos e suas indicações de uso.

Tipos	Indicação	Tempo de Secagem
Óleos, padrão	Áreas externas e internas para superfícies pouco solicitadas, poros abertos, para vitalizar a cor da madeira.	De 8 a 12 horas
Óleos duros	Áreas internas para superfícies solicitadas, poros abertos, para vitalizar a cor da madeira.	De 8 a 12 horas
Verniz óleo de linhaça	Áreas internas e externas para superfícies normalmente solicitadas, poros abertos, para vitalizar a cor da madeira textura.	De 24 horas
Óleo de teca	Para tratamento de superfícies de teca em interiores, poros abertos, fosco para vitalizar o efeito da madeira bruta.	De 4 a 6 horas

Fonte: Adaptado de Nenewitz *et al.*, 2008.

Alguns tipos de ceras também são utilizadas para o processo de acabamento superficial da madeira, as ceras podem naturais de origem vegetal e também animal, como também sintéticas, como mostra a Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 Alguns tipos de ceras e suas indicações de uso.

Tipos	Indicação	Tempo de Secagem		
Animal	Cera de abelha	Áreas internas, superfícies pouco solicitadas, poros abertos.		
ORIGEM	Vegetal	Cera de Carnaúba	Áreas internas, superfícies com solicitação normal, poros abertos.	
	Sintética	Cera de Montanha	Para pistola	Áreas internas, superfícies pouco solicitadas, poros abertos, vitalizar a cor.
		Cera de parafina	Solúvel em água	Áreas internas, superfícies pouco solicitadas, poros abertos.

Fonte: Adaptado de Nenewitz *et al.*, 2008.

Quando todos os processos já mencionados são realizados adequadamente, há uma probabilidade de que os produtos confeccionados com madeira tenham maior durabilidade.

2.3.2 Ligações mecânicas da madeira

Além do beneficiamento da madeira, outros fatores também contribuem para que produtos desenvolvidos com essa matéria prima tenham parâmetros de qualidade e também resistência para suportar os esforços aos quais são submetidos ao longo do tempo, como é o caso de mesas, cadeiras e afins. Para isso, foram elaboradas diversas técnicas destinadas a união de peças componentes de um determinado produto, prezando a garantia da segurança de seus usuários, sem comprometer a funcionalidade do objeto, algumas normas como a NBR 14042:1998, referem-se a esses sistemas como conectores (ABNT, 1998a). Estas técnicas, ou elementos de ligações mecânicas, também contribuem na praticidade da montagem e desmontagem de produtos e no seu transporte, por isso são cada vez mais aplicadas aos produtos de madeira, tendo em vista principalmente o peso da matéria prima.

Rubim (2005) afirma que as ligações mecânicas da madeira podem ser feitas de várias formas, sendo algumas destas: por meio de pinos metálicos (parafusos e pregos), cavilhas, anéis metálicos, entre outros tipos. Para Carrasco (1984) estas ligações estão organizadas em dois grandes grupos, estes são: ligações por penetração e ligações por aderência. Onde, as ligações por penetração se caracterizam por encaixes executados previamente, ou com o auxílio de outros elementos.

Enquanto as ligações por aderência são efetuadas através de uma película adesiva. Segundo o autor, em ambos os tipos, ocorrem esforços, quando por penetração estes são transmitidos de uma peça a outra e convergem geralmente para uma pequena área (parafusos, anéis, por exemplo), ou para pontos isolados (cavilhas), onde as tensões ocorrem de modo mais concentrado. Para as ligações por adesivos, os esforços tendem a ser absorvidos por superfícies maiores, que compreendem as áreas de contato pelo adesivo.

No que diz respeito a tipos de ligações, serão abordados neste estudo alguns dos mais utilizados para móveis e seu comportamento segundo estudos já realizados, a fim de gerar maior entendimento quanto as suas aplicações e resistência.

2.3.2.1 Ligações por penetração

2.3.2.1.1 Ligações por cavilha

A cavilha pode ser definida como um cilindro de madeira, utilizada como elemento de ligação em estruturas. Sua constituição é de matéria prima orgânica, a própria madeira. Estes elementos cilindricos, também podem ser denominados como pinos, e podem ser encontrados em diversos tamanhos (Figura 8), cujo diâmetro pode variar entre 6mm (1/4"), 8mm (5/16"), 10mm (3/8") até 12mm (1/2"), fabricados em madeira maciça, podendo estas serem feitas de madeiras duras (classe C60) ou madeiras moles NBR7190/1997:35).

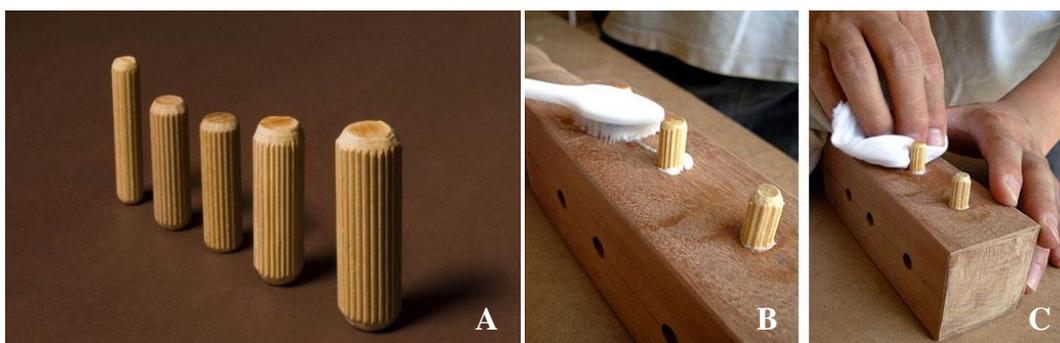


Figura 8: A. Cavilhas de diversos tamanhos; B e C. Cavilhas em utilização.

Fonte: A. <<http://portuguese.alibaba.com/product-free-img/wood-dowels-105838552.html>>>; B e C. <<http://tofustudio.com.br/blog/um-manequim-de-costura-mas-com-dignidade-por-favor/>> Acesso em: 02 out. 2013.

Eckelman (1969), estudou o comportamento de tais elementos quando destinados a construção de mobiliários, e em suas pesquisas concluiu que os avanços e a inserção de novas técnicas permitiram a execução de móveis para suportar cargas

maiores e também para os mais diversos fins. Entretanto, algumas variáveis foram consideradas em sua avaliação de ligações cavilhadas, permitindo que autor identificasse aquelas determinantes para a resistência das ligações, são estas: as dimensões das peças interligadas, o seu material, o diâmetro e o comprimento da cavilha e seu espaçamento.

Em seus experimentos, o autor concluiu que o comprimento da cavilha também implica na resistência (Idem, p.56). A sua aplicação como elemento de ligação revolucionou definitivamente a marcenaria, tornando possível a confecção de quase, ou senão de todos os tipos de articulações.

2.3.2.1.2 Ligações por espiga

Entende-se por ligação espigada o encaixe de duas peças, onde uma é conhecida por macho ou espigão e a outra vazada é denominada de fêmea como mostra a Figura 9. Conforme Carvalho (2008) a junção básica desta ligação é a vazada, onde a espiga atravessa o montante com o intuito de unir duas peças, através do auxílio de colagem para garantir maior rigidez.

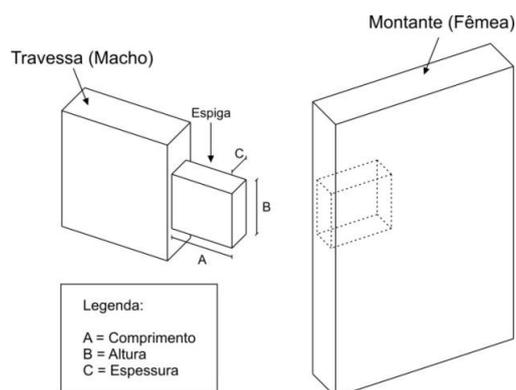


Figura 9: Esquema do funcionamento da ligação espigada
Fonte: Adaptado de Eckelman, 1969.

O rasgo efetuado para a formação da fêmea deve ser realizado considerando a espessura da peça, desta forma, evitar-se-á o enfraquecimento da mesma quando

submetida a testes de resistência. Além do desgaste, que poderá ser ocasionado quando utilizada em móveis desmontáveis.

2.3.2.2 Ligações por aderência

Diferente das ligações por penetração, estas são efetuadas com auxílio de substância adesiva, que pode ser definida da seguinte maneira:

Material não metálico com o qual outros materiais são solidamente ligados entre si por meio de adesão ou coesão. Substância adesiva é o termo genérico para colas e adesivos (NENNEWITZ et al., 2008, pg. 138).

Outros termos técnicos também são utilizados para área de adesivos e estes tem a finalidade de indicar tanto processos como o estado da substância em contato com o material a ser ligado, assim como as características do material onde se aplicará a aderência. É o caso do termo “material de carga”, que indica o estado da substância sem força de adesão, por exemplo: serragem, pó de madeira, entre outros. Toda ligação possui também um “tempo de maturação”, que corresponde ao período entre a aplicação de um adesivo até que este chegue ao estado onde esteja pronto para o processamento. O tempo para que a resistência da junta seja atingida e a pressão possa ser suprimida é conhecida como “tempo de pega”.

A norma europeia DIN EN 204, classifica os adesivos em grupos distintos, conferido-lhes indicação de uso conforme as condições em que estarão expostos após a aplicação, isso porque a umidade possui grande influência no desempenho da cola. Vejamos os grupos na Tabela 5:

Tabela 5. Classificação dos adesivos conforme a norma DIN EN 204.

GRUPOS DE SOLICITAÇÕES (DIN EN 204)	
Tipos	Condições climáticas e áreas de aplicação
D1	Áreas internas onde a temperatura apenas ocasionalmente e por curto período

	chega a 50°C e a umidade do ar a, no máximo, 15%.
D2	Áreas internas com ocorrências ocasionais de água escorrendo (p. Ex. água de condensação) de curta duração e/ou o nível de umidade do ar por um curto período eleva a umidade da madeira até, no máximo, a 18%.
D3	Áreas internas com ocorrências frequentes de água escorrendo (p. ex. água de condensação) de curta duração e/ou ocorrência de elevada umidade do ar por longo período. Áreas externas protegidas de intempéries.
D4	Áreas internas com forte e frequente ocorrência de água corrente ou água de condensação; áreas externas expostas às intempéries mas com proteção adequada das superfícies.

Fonte: Adaptado de Nenewitz *et. al*, 2008.

A utilização de adesivos para colagem de dois substratos parece um processo simples, contudo exige cautela, principalmente no que diz respeito à sua utilização na madeira, que dificilmente apresenta as mesmas condições de propriedades químicas, físicas e mecânicas (LOPES & GARCIA,2005). Quando destinada a colagem de peças, ou para a formação de painéis, a superfície deve estar bem preparada, livre de empenos e outros defeitos decorrentes da secagem, como também devidamente aplainada para que a cola possa distribuir-se homogeneamente.

A decisão pela cola é feita conforme a sua aplicação, os grupos D2 e D3 por exemplo abrangem adesivos compostos de Acetato de polivinila (PVAC) e são indicados para montagem e e colagem de superfícies e revestimentos. Enquanto os adesivos à base de Resina de uréia com ou sem melamina, são amplamente usados pra colagem de laminas e colagens que exigem resistência a água (D3/D4). Com uma gama de adesivos disponíveis no mercado, resta a escolha pelos mais indicados ao processo desejado, considerando que alguns destes, necessitam de outros agentes como uso de calor para ativação das substâncias e devida eficiência do produto.

2.4 DESIGN DE PRODUTO

É cada vez mais comum em projetos de design, a utilização da madeira como matéria prima. E a presença do *design* e dos *designers* nos processos de produção, tem contribuído para o uso de várias espécies, ainda que pouco conhecidas, mas com

potencial madeireiro grande, e também madeiras certificadas, de demolição e resíduos (RAZERA & MUNIZ, 2006).

Para Santos (2000) o design corresponde ao ato projetual que visa à concretização física de ideias e conceitos abstratos, salientando que o projeto desenvolvido pelo designer, deve ser o elo entre a concepção e a fabricação do produto. Ao perceber a importância do design para a competitividade de suas empresas, muitos países têm desenvolvido ações governamentais de incentivos, promoção e inovação, estes estímulos foram determinantes para criação do Programa Brasileiro de Design – PBD, com o intuito de desenvolver ações para modernização de industrial e tecnológica (KOHASHI, 2009).

A criatividade é descrita por Baxter (2000) como o coração do design, e sua utilização como fator de diferenciação de um produto. De modo que a criatividade deve estar presente em todos os estágios de desenvolvimento de produtos, tornando-o atrativo, mas garantindo de igual modo os requisitos comerciais necessários que vão além deste aspecto. Para Iida (1998), os produtos não são considerados como objetos em si, mas simplesmente meios para auxiliar o homem na execução de determinadas funções, por esta razão devem atender as necessidades humanas, sejam eles grandes ou pequenos, simples ou complexos. Assim, devem possuir algumas características básicas, são estas: qualidade técnica, qualidade ergonômica e por fim, qualidade estética.

A funcionalidade de um produto está diretamente ligada à qualidade técnica deste, do ponto de vista mecânico, elétrico, eletrônico ou químico, ou simplesmente a eficiência com que o produto executa determinada função. E se este atende ao propósito do seu desenvolvimento com ausência de ruídos, vibrações, facilidade de limpeza e outros aspectos intrínsecos. Enquanto, as qualidades ergonômicas do produto incluem a facilidade de manuseio, a adaptação antropométrica, o fornecimento claro de informações, o conforto e a segurança envolvidos na sua utilização (Idem, Ibidem).

Um objeto pode e deve possuir qualidades estéticas, que envolvem a combinação de formas, cores, uso de materiais, texturas e cores, para que os produtos possam ser agradáveis visualmente. Contudo, estas características sozinhas, não são suficientes para que o mesmo atenda as necessidades do usuário. E embora se saiba que

a preferência do consumidor tenha fortes relações com estas qualidades, um projeto de *design* deve ser completo e eficiente quanto ao seu propósito ou função (Baxter, 2000).

2.4.1 Ergonomia

Quando se relata sobre a eficiência de um produto, ou sobre os bons resultados obtidos destes, não podemos dissociar este atributo, da ergonomia. Pois ela parte do conhecimento do homem, para fazer o projeto do trabalho ou ambiente de trabalho, considerando as capacidades e limitações humanas. E também possui como alvo de seu estudo, os diversos aspectos do comportamento humano, além de outros fatores importantes para o projeto de sistemas de trabalho. Na ergonomia, especialmente quando destinada a produtos, os requisitos de um projeto, podem ser compreendidos como as qualidades desejadas que este deva possuir. Estas qualidades estão associadas principalmente a questões de conforto, saúde e segurança (BITENCOURT, 2011).

Ainda que estes atributos sejam necessários, a aplicação dos conhecimentos ergonômicos na busca de uma correta adequação entre o objeto e seu usuário, nem sempre ocorre na prática. Entretanto, já é objeto de estudo de vários campos profissionais, como o de *design*. Para Gomes (2003), o uso da ergonomia somado a esta metodologia está atualmente difundido em diferentes áreas, tais como, na organização do trabalho, nos objetivos de racionalização e aumento da produtividade e na segurança e prevenção de acidentes. Assim como, nas diversas soluções ergonômicas visando à diminuição dos constrangimentos humanos por objetos projetados de maneira inadequada.

A inserção da ergonomia nestes projetos, somado a prática projetual do *design*, tem o homem como alvo central dos seus estudos, levando em conta suas características físicas, fisiológicas, biomecânicas, antropométricas, psicológicas e sociais. E ainda, o sexo e idade dos usuários. Portanto, pode-se dizer que estes fatores, quando considerados, contribuem para o bem estar do indivíduo, de modo que a eficiência do objeto, sistema, ou produto virá como resultado (MORAES & MONT' ALVÃO, 2009; BITENCOURT, 2011).

2.4.2 Metodologia de *Design*

Ao tratarmos de projetos de design destinado a produtos, faz-se imprescindível conhecer os aspectos relacionados a sua metodologia e como esta pode ser aplicada. Para Löbach (2001), o design poderia ser deduzido como uma ideia, projeto ou plano para a solução de um problema, a metodologia de design, seria neste caso, o processo utilizado para dar corpo à idéia e transmiti-la a terceiros. Pode-se afirmar, que a metodologia de design é um processo esquematizado, dotado de etapas distintas, que tem por objetivo aperfeiçoar e auxiliar o profissional no desenvolvimento ou concepção de soluções para um determinado problema (VASCONCELOS *et. al*, 2010).

Um estudo proposto pelo autor sobre vinte e seis metodologias diferentes para projetos de design, permitiu a classificação dos métodos considerando as principais características e parâmetros que constituíam as metodologias avaliadas. De modo que esta classificação (Tabela 6), a partir das atitudes adotadas por cada um destes modelos, mostrou-se de extrema importancia tanto para a compreensão destas, quanto para nortear a sua seleção para determinado tipo de projeto.

Tabela 6. Classificação de metodologias de design segundo suas características.

Parâmetro	Tipo	Descrição
Atitude mercadológica	Descritiva	Quando esta descreve um processo que já era anteriormente feito.
	Prescritiva	Quando funciona de maneira “normativa”, prescreve métodos e passos que devem ser seguidos com fins de alcançar o desenvolvimento do produto.
Estrutura das etapas	Linear	Quando os processos internos seguem um fluxo vertical, com início e fim. Neste caso, cada fase só se inicia ao fim da anterior.
	Cíclica	Aquelas que apresentam retornos ou ciclos no interior de suas etapas, podendo ser repetidos várias vezes.

Flexibilidade das etapas	Contínua	Quando o fluxo das etapas é necessariamente contínuo e uniforme, não permitindo retornos flexíveis e processos concomitantes.
	Descontínua	Aquelas cujo o fluxo das etapas pode ser constantemente interrompido, permitindo retornos e avanços flexíveis e até mesmo a possibilidade.
Presença ou ausência de feedback	Sem <i>feedbacks</i> entre fases	Não possui retornos entre suas fases.
	Com <i>feedbacks</i> predeterminados entre fases	Nesta os <i>feedbacks</i> existem, porém são definidos anteriormente pelo autor, de maneira restritiva.
	Com <i>feedbacks</i> flexíveis entre fases	As que favorecem retornos diversos, basicamente entre todas as fases do processo.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos, 2010.

Quando analisadas sob a perspectiva das fases adotadas em cada metodologia, estas compreendem em sua maioria o número de seis etapas, com procedimentos que guardam similaridade. Entretanto, sabe-se que os métodos foram aprimorando-se com o passar dos anos, gerando adaptações mais adequados aos problemas atuais ou problemas distintos (gráfico, produto, posto de trabalho). O que também possibilitou vários retornos e um abordagem mais detalhada das fases, com técnicas diversas. Assim, cabe ao *designer* industrial a escolha por metodologias adequadas ao projeto em questão, e cujas fases poderão atender de forma satisfatória as necessidades da pesquisa e concepção do produto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

As pesquisas podem ser classificadas em vários tipos, segundo os interesses, condições, campos, metodologia, situações, bem como os objetos de estudo (MARCONI & LAKATOS, 2011). Partindo deste princípio, o presente estudo está classificado como pesquisa de campo, cujo objetivo é o de gerar informações e/ou conhecimentos acerca de determinado problema. Assim, observou-se os fatos relacionados a este por meio da coleta de dados e registro de variáveis.

Para estes, as pesquisas de campo dividem-se em três grande grupos, cujos tipos utilizados neste trabalho foram a pesquisa quantitativo descritiva e experimental, pois ambas compreendem delinamentos relacionados ao presente estudo, bem como a análise e interpretação de fenômenos, e também a aplicação destes resultados no intuito de promover intereferencias no mesmo.

3.2 LOCAL DA COLETA

A primeira parte desta pesquisa foi realizada ao longo da estrada da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (E.E.S.T./INPA) - Núcleo ZF-2 -, no km 23 da estrada vicinal ZF-2 que se inicia a esquerda do km 50 da Rodovia BR-174 (Manaus-Boa Vista), conforme mostra a Figura 10:

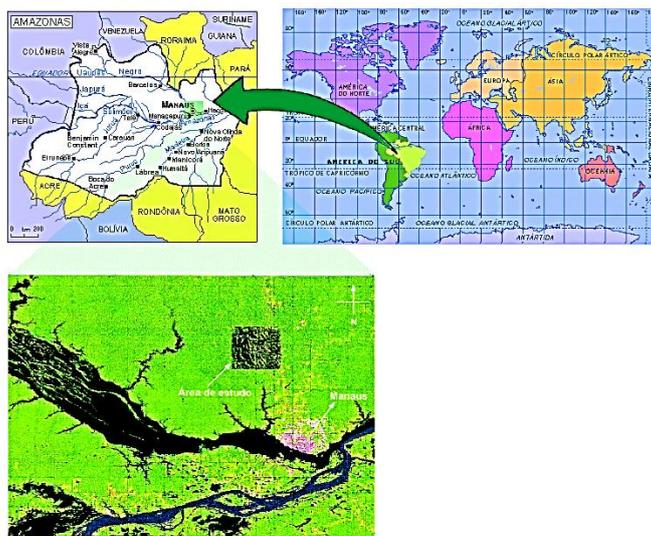


Figura 10: Mapa de localização da ZF2.

Fonte: Da pesquisa, 2012.

A ZF-2 é coberta predominantemente por uma típica floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia, também conhecida como floresta densa tropical segundo a classificação de Radam (1978). Sua paisagem vegetal é bastante homogênea com grande número de árvores altas e finas, a altura de mais da metade destas constitui-se entre 14 e 25 m, com emergentes ocasionais estimadas em até 44 m.

3.3 INVENTÁRIO DAS ÁRVORES CAÍDAS NATURALMENTE NO PERÍMETRO DA ZF2

A primeira parte do estudo realizou-se ao longo da estrada da ZF-2, e a razão pela escolha deste perímetro teve como base a grande quantidade de árvores caídas naturalmente próximas à estrada, como também a maior facilidade de acesso aos indivíduos. Todo processo foi efetuado sob a supervisão de uma equipe do Laboratório de Manejo Florestal – LMF e do Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira/ LEAM, ambos lotados no INPA, que colaboraram no inventário e identificação das árvores. Foram consideradas para o inventário somente as árvores que possuíam características de queda por fatores naturais (Figura 11), ou seja, que apresentavam raízes expostas.



Figura 11: A e B . Árvores com raízes expostas.
Fonte: Da pesquisa, 2012.

Também se estipulou como requisito para a mensuração a classe de diâmetro de árvores de $25 \text{ cm} \leq \text{DAP} \leq 45 \text{ cm}$. As medições do DAP (Diâmetros a altura do peito) foram efetuadas com auxílio de uma fita diamétrica, no intuito de obterem-se valores dos diâmetros (maior e menor) e também do comprimento das árvores. No inventário foi obtida a altura comercial, o diâmetro da base e do ápice, desconsiderando as sapopemas. Foram mensuradas vinte e quatro árvores no total, tendo em vista as dificuldades encontradas na mensuração de algumas. Pois embora as árvores estivessem localizadas próximas à estrada, muitas destas apresentavam condições desfavoráveis às medições (Figura 12), devido à forma como caíram.



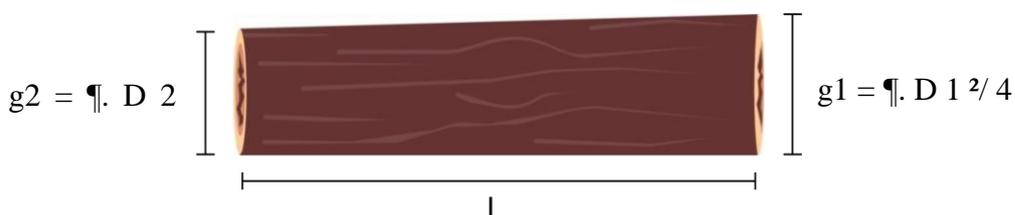
Figura 12: A e B. Dificuldades na medição de algumas árvores devido a sua localização.
Fonte: Da pesquisa, 2012.

Cada árvore mensurada teve sua localização registrada com o auxílio do GPS. Esta localização, obtida por meio de pontos gerados contribuiu para a identificação da frequência destas árvores ao longo do perímetro, por meio da construção de um mapa.

3.4 ESTIMATIVA DO VOLUME DO MATERIAL LENHOSO DAS ÁRVORES

Como mencionado no item anterior, de cada árvore naturalmente caída, foram mensurados os diâmetros (maior e menor) e o seu comprimento. Estes valores obtidos na mensuração foram utilizados para estimar o volume do material lenhoso de cada indivíduo, por meio da equação de Smalian (1) expressa a seguir:

$$V_L (m^3) = (g_1 + g_2) * L/2 \quad (1)$$



Onde:

$V_L (m^3)$ = volume total da tora;

$g_1 (m^2)$ = área de secção transversal 1;

$g_2 (m^2)$ = área de secção transversal 2 e;

L = comprimento.

O uso desta equação também foi aplicado para determinar o volume do oco (vazio) constatado em algumas árvores, estes também mensurados fornecendo os

valores necessários para o cálculo do volume. O diâmetro do oco foi mensurado com auxílio de fita métrica na base de cada fuste. Assim o volume real do material lenhoso foi estimado por meio da diferença do volume total da tora e o volume do oco, expresso pela seguinte equação:

$$V_R = V_1 - V_2 \text{ (m}^3\text{)}$$

Onde:

V_R (m³)= Volume real da tora

V_1 (m³)= Volume total da tora

V_2 (m³)= Volume total do oco

3.5 COLETA DAS AMOSTRAS NO CAMPO

A coleta foi importante para o processo de identificação das famílias, gêneros e espécies das árvores naturalmente caídas e determinação das propriedades das madeiras. Para cada disco retirado foi considerado a espessura de 5cm, este processo foi realizado com o uso de uma motosserra manipulada por um técnico habilitado para este procedimento, as amostras também foram numeradas (Figura 13) para facilitar o processo de identificação.



Figura 13: A. Técnico coletando os discos; B. Discos numerados no campo.
Fonte: Da pesquisa, 2012.

Todos os discos foram levados ao Laboratório de Engenharia e Artefatos de madeira para realização das análises. Como parte do processo identificação, de cada disco foi retirada uma cunha (Figura 14), destinada ao Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira.



Figura 14: A. Análise do sentido dos raios; B. Retirada das amostras.
Fonte: Da pesquisa, 2012.

A análise foi efetuada com base nas características anatômicas macroscópicas, por meio do método de comparação, no laboratório já mencionado anteriormente.

3.6 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Por meio de uma outra cunha dos discos coletados, foram preparados corpos de prova de 2x2x3cm devidamente orientados, para determinação das propriedades físicas da madeira, como a densidade básica e estabilidade dimensional. Estes foram retirados da cunha utilizando a máquina serra fita (Figura 15), sob a supervisão de um técnico do LEAM.



Figura 15: A. Retirada da cunha na máquina serra fita. B. Remarcação da amostra.
Fonte: Da pesquisa, 2012.

Todos os procedimentos adotados foram realizados conforme as normas da Comision Pan-americana de Normas Técnicas – COPANT (1971).

3.6.1 Densidade básica

Para determinação da densidade básica, os corpos de prova foram primeiramente marcados (Figura 16) e mensurados (secos) nos sentidos radial e tangencial e numerados sequencialmente segundo a localização na amostra de origem (cunha).

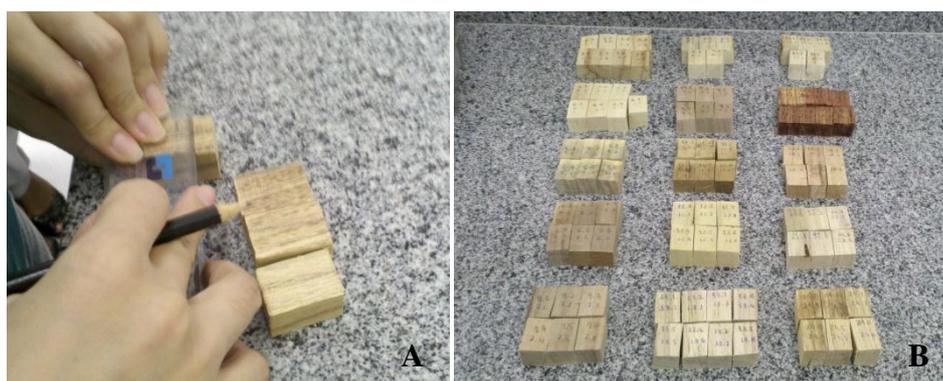


Figura 16: A. Marcação dos corpos de prova; B. Numeração sequencial.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

O método utilizado foi o deslocamento de líquido, para o qual os corpos de prova foram agrupados (Figura 18) em sacos separados segundo a procedencia e imersos em água para saturação.



Figura 17: A e B. Agrupamento em sacos plásticos.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Em cada corpo de prova foi mensurado o volume verde em balança de precisão (Figura 18). Os corpos de prova foram pesados um a um, tendo os valores resultantes do seu peso verde anotados pela ordem das amostras retiradas.

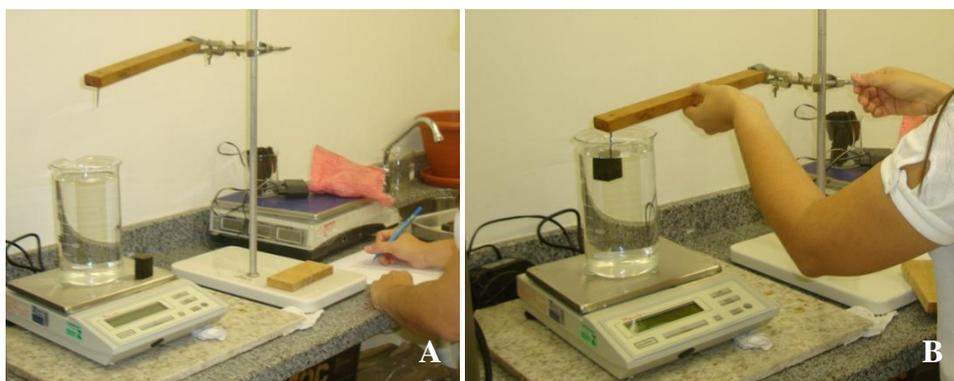


Figura 18: A. Pesagem do corpo de prova; B. Utilização da balança de precisão.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Após a determinação do volume verde as amostras foram secas em estufa a 103 ± 5 °C até obtenção de peso seco como mostra a Figura 19.



Figura 19: A e B. Preparação dos corpos de prova para estufa.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A densidade foi calculada pela relação do peso seco pelo volume verde expressa pela equação (1).

$$D_b = \frac{P_s}{V_v} \quad (1)$$

Onde:

D_b = Densidade básica (g/cm^3)

P_s = Peso seco

V_v = Volume verde

3.6.2 Estabilidade dimensional

Para identificação desta propriedade física, foram utilizados os mesmos corpos de prova analisados para determinação da densidade. Realizou-se em cada amostra duas medições no sentido radial e tangencial nas condições verde e seca após peso constante, com o auxílio de um paquímetro digital.

Esta dupla medição em sentidos diferenciados foi somada e dividida por dois, resultando em uma média da dimensão verde e seca. A partir destas medições foi possível calcular a contração radial e tangencial de cada uma das amostras por meio da equação (2).

$$C = \frac{D_v - D_s}{D_v} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

C= Contração tangencial ou radial

Dv= dimensão verde

Ds= dimensão seca

Desta forma obteve-se a anisotropia, pelo cálculo da razão entre a contração tangencial pela contração radial.

3.7 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES

A partir do inventário das árvores naturalmente caídas descrito no item 3.3, realizou-se a seleção de uma tora para o desenvolvimento dos produtos propostos por este estudo, no intuito de possibilitar a utilização da madeira oriunda de árvore caída para este fim. A seleção foi feita considerando a facilidade de deslocamento e transporte da tora, como também duas características visuais (cor, textura); nesta etapa o nível de degradação existente não foi considerado no processo de escolha, uma vez que na maioria das árvores inventariadas havia a presença de ocosidade (Figura 20).



Figura 20: A. Seleção da árvore no campo; B. Retirada do disco; C. Presença de ocosidade.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A predileção por determinada espécie também foi descartada, tendo em vista que as árvores ainda estavam sendo analisadas quanto a identificação. A tora escolhida pelos critérios já descritos, foi retirada por meio de um caminhão Munck e encaminhada para uma serraria local licenciada.

3.8 DESDOBRO DA ESPÉCIE SELECIONADA

O processo de desdobro foi feito em função do melhor aproveitamento e rendimento da tora selecionada, isso porque embora exista uma nomenclatura destinada a retirada de peças (toras, ripas, ripetas e etc.), a norma NBR 7203. A tora escolhida possuía características que comprometeriam o seu rendimento caso fosse desdobrada segundo a mesma. Assim para o desdobro (Figura 21) usou-se a metodologia proposta por Dias (2011) para caracterizar e processar toras ocas para o desenvolvimento de produtos, considerando a uniformidade do fuste, a existência de material degradado, quantidade de alburno e cerne.



Figura 21: A. Tora aguradando o desdobro; B. Desdobro em função das características da tora.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

O processamento mecânico foi realizado em um tora de 4m (Figura 22), oriunda da espécie, ora selecionada no item 3.7. Este processo, deu-se em uma serraria licenciada e localizada na cidade de Manaus. Nesta ocasião, calculou-se o volume

correspondente a tora obtida, de 1,217 m³, e o valor real da mesma, descontando o volume da ocosidade presente na árvore.



Figura 22: A. Início do desdobro; B. Retirada das peças; C. Finalização do desdobro e D. Peças resultantes à esquerda.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A avaliação da tora e quantificação da matéria prima foi realizada conforme a descrição já mencionada no item 3.4, a partir da mediação do comprimento, diâmetro da tora, do oco, dimensões do alburno e cerne. Este cálculo resultou na identificação do volume real destinado ao desdobro, de 0,693 m³. As peças desdobradas foram levadas para um empresa parceira do INCT Madeiras da Amazônia para secagem.

3.8.1 Secagem e classificação das peças desdobradas a 12%

As peças obtidas no desdobro foram destinadas ao processo de secagem em estufa convencional, até alcançarem 12% de umidade. Para o êxito do processo, foram organizadas por tamanho na estufa e distribuídas igualmente com o uso de separadores, permitindo a melhor circulação do ar e uma secagem uniforme e constante. A estufa utilizada nesta fase (Figura 23), está localizada em uma das empresas parceiras do INCT- Madeiras da Amazônia.



Figura 23: A. Secagem em estufa; B. Empilhamento das peças de maneira uniforme.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Quanto ao tempo de secagem, foi de aproximadamente dois meses, até que fossem identificadas as condições necessárias para retirada das peças. Após o processo, estas foram classificadas por tamanho, e numeradas uma a uma para o registro das dimensões (Figura 24). Todos os produtos do desdobro foram mensurados (comprimento, largura e espessura) para o cálculo do rendimento.



Figura 24: A. Marcação das peças; B. Medição da largura e comprimento; C. registro dos defeitos, D. Classificação por tamanho.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Todas foram organizadas e armazenadas no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira – LEAM/INPA.

3.9 LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE MADEIRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA

Esta etapa compreendeu uma ao município de Itacoatiara, considerado como o principal Pólo Moveleiro do Estado do Amazonas. A motivação da visita, foi a de identificar as principais espécies de madeira comercializadas no município, bem como o registro do nome vulgar e a frequência destas no desenvolvimento de produtos. A avaliação foi feita por meio de visita informal as marcenarias, registro fotográfico do

local e dos produtos comercializados, como também a coleta de amostras (Figura25) das espécies.



Figura 25: A. Coleta de amostras das madeiras utilizadas; B. Registro fotográfico.
Fonte: Da pesquisa, 2012.

Todas as amostras coletadas nas visitas foram devidamente registradas pelo nome vulgar fornecido e depois encaminhadas ao Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira/ INPA. O processo de identificação foi o mesmo adotado para as amostras das árvores caídas, contudo estas foram encaminhadas em forma de resíduos.

3.10 METODOLOGIA DE DESIGN PARA CONCEPÇÃO DE PRODUTOS

Para o desenvolvimento dos produtos desta pesquisa, utilizou-se a metodologia de design proposta por Munari (2002), dotada de doze fases distintas. Contudo, tendo em vista os objetivos da pesquisa, apenas dez destas etapas foram consideradas para este estudo (Figura 26), estas foram:

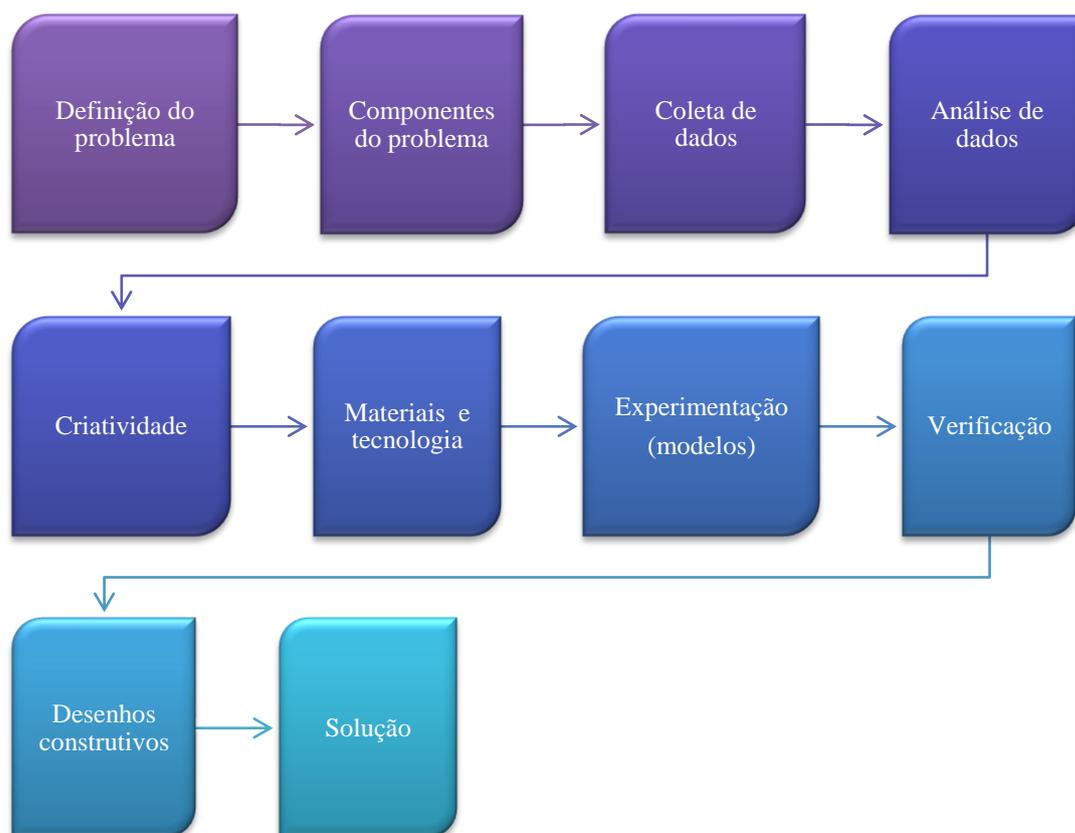


Figura 26: Algumas fases da metodologia proposta do Munari.
Fonte: Adaptado de Munari, 2002.

Sob a perspectiva da metodologia projetual do design para este trabalho, pode-se afirmar que o problema projetual encontrado foi expresso pelo seguinte questionamento: o de como desenvolver produtos de madeira naturalmente caída a partir do estudo de suas propriedades físicas, tecnológicas e o seu rendimento. Em razão do problema principal, foram julgados fatores que poderiam ser caracterizados como componentes do mesmo, estes foram:

- qualidade das madeiras coletadas (densidade e estabilidade dimensional);
- características da espécie selecionada;
- indicação de uso;
- Rendimento e;
- técnicas de aproveitamento.

Estes foram julgados importantes, pois relacionavam-se diretamente com o estudo de uso da madeira em questão. Concluída esta etapa, a coleta e análise de dados se deu através da pesquisa documental e bibliográfica já exposta. Que subsidiou informações para este trabalho, através dos conteúdos abordados sobre madeira caída, experiências de uso da matéria prima, tecnologias para o seu aproveitamento, parâmetros para fabricação de produtos com madeira, entre outros assuntos.

Para geração de idéias, pesquisou-se alguns produtos de madeira, buscando analisar sua forma e função para o desenvolvimento de propostas que permitissem adaptações ou mudanças radicais nestas características. A análise morfológica e funcional de alguns destes objetos foi realizada, a fim de gerar novas ideias. Segundo Baxter (2000,p.182), estas podem provocar menores modificações ou inovações radicais em um produto, permitindo que novos conceitos sejam gerados.

Assim, dentre os inumeros objetos estudados, o barril de madeira foi explorado segundo as diversas funções que lhe foram atribuídas desde a sua invenção, tais como: armazenar, transportar, servir e apoiar. Bem como as funções individuais de cada parte componente do mesmo. As analogias funcionais e dos princípios de operação deste produto, proporcionaram o desenvolvimento de novos conceitos, dos quais deram origem a concepção de algumas das propostas de produto desta pesquisa (Figura 27).

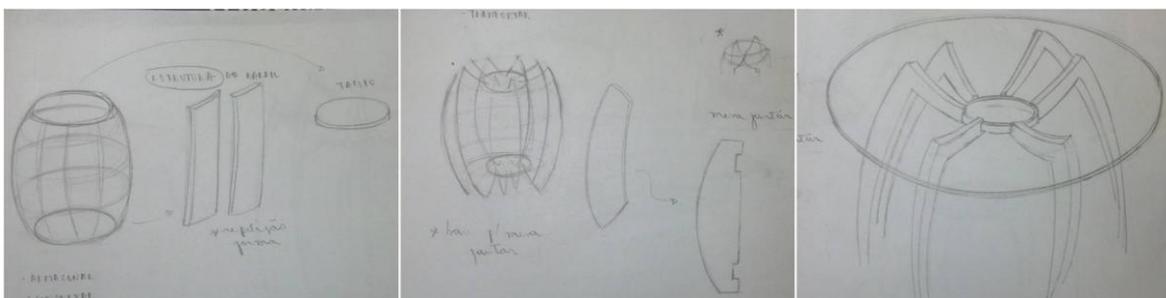


Figura 27. Primeiros esboços do processo de criatividade.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Os conceitos de sustentação e apoio para o empilhamento, foram considerados para idealizar algumas das propostas. Algumas, preservando funções semelhantes e outras bem diferenciadas. A maior parte dos produtos desenvolvidos na fase de criatividade, foram destinados a espaços residenciais e comerciais, na forma de mesas de jantar, de

centro, de apoio, e também aparadores, dentre outros móveis e objetos. No entanto, relacionou-se as propostas de criação com as características da madeiras e possíveis técnicas de aproveitamento, tais como colagens de peças e marchetaria. O que permitiu a seleção dos produtos mais adequados, por meio de critérios, denominados de requisitos de parâmetros, como expostos na Tabela 7.

Tabela 7 Tabela de requisitos e parâmetros

	Requisitos	Parâmetros
Aspectos técnicos	Deve utilizar processos de produção compatíveis com a realidade das serrarias locais.	Utilizar maquinários como desengrosso, serra-fica, plaina, lixadeira manual ou de bancada, entre outros comuns e de pequeno porte.
	Deve ser desmontável e de fácil transporte	Utilizar sistemas de fixação removíveis, como parafusos, girofix e etc.
Estéticos e formais	Deve possuir formas simplificadas e de fácil reprodução da madeira	Utilizar combinação harmônica de formas, para o desenvolvimento de propostas mais limpas visualmente.
	Deve contemplar as características visuais da madeira	Selecionar as peças que melhor explorem os aspectos de cor, padrões visuais.
	Deve contemplar a utilização de outros materiais em sua composição	Utilizar materiais como vidro e/ou aço inox.

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Dos produtos avaliados, dois foram selecionados, sendo o primeiro, uma mesa de jantar para seis lugares e o segundo, uma mesa de centro. Estes foram os que melhor corresponderam as exigências dos produtos desta pesquisa. Os seus protótipos foram construídos no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira – LEAM/INPA, contemplando as possibilidade de uso da matéria prima selecionada e os processos de execução mais práticos.

Na proposta de Munari (2002), utilizada neste estudo, a fase de materiais e tecnologia, compreende a pesquisa e determinação de possíveis materiais e processos inerentes a confecção do projeto. Esta é seguida pela fase de experimentação (construção de modelos), realizada para testes e avaliação do produtos, conforme Baxter (2000).

O compensado, foi a materia prima utilizada em substituição à madeira para confecção do primeiro modelo, pois a espécie selecionada ainda estava em processo de secagem. A escala utilizada foi a de 1:1, e a razão para construção do modelo foi a de testar, corrigir, aprovar e/ou rejeitar o projeto, caso fosse necessário.

O projeto da mesa de jantar foi construído a partir do arranjo de peças modulares, que remetem as formas das partes componentes de um barril de madeira, sendo estas: dois anéis centrais para a base, um superior e outro inferior; e oito peças idênticas para composição das pernas da mesa, estas encaixadas e fixadas por dois cortes inseridos nas extremidades de cada peça (Figura 28).

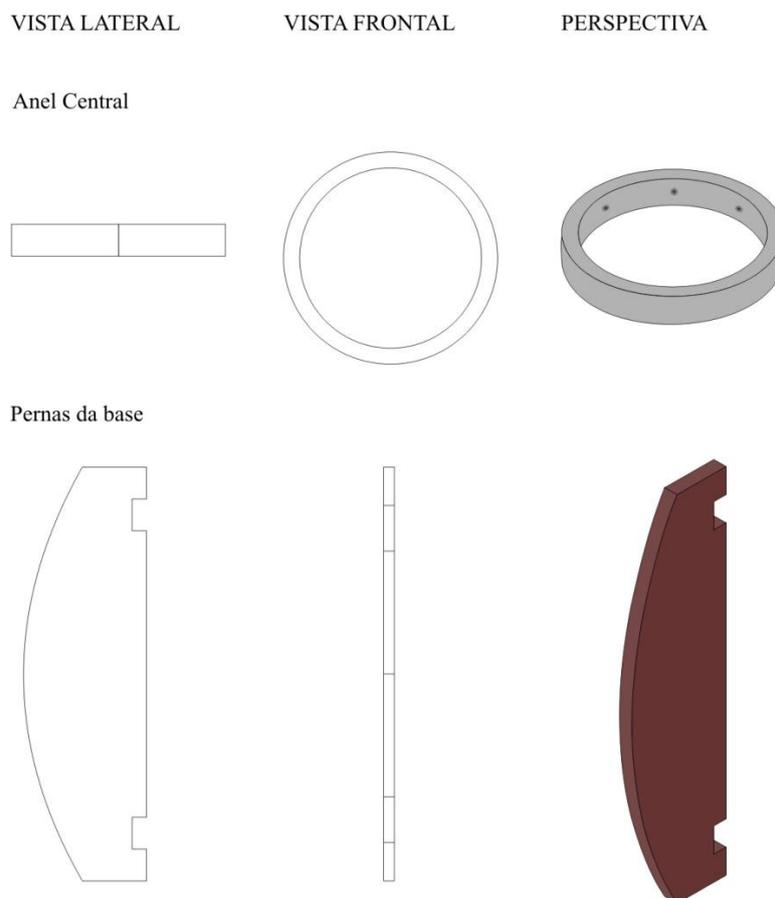


Figura 28. Peças modulares do primeiro produto.

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Para sua confecção utilizou-se maquinários comumente encontrados em marcenarias, como serra de fita e lixadeira de bancada, para o segundo produto,

confeccionado de madeira maciça, outros maquinários também foram inseridos no processo. Todos os equipamentos são comuns e compatíveis tecnologicamente com o setor madeireiro/moveleiro da região. Abaixo, alguns dos equipamentos utilizados no estudo, bem como a sua sequencia de uso (Figura 29):

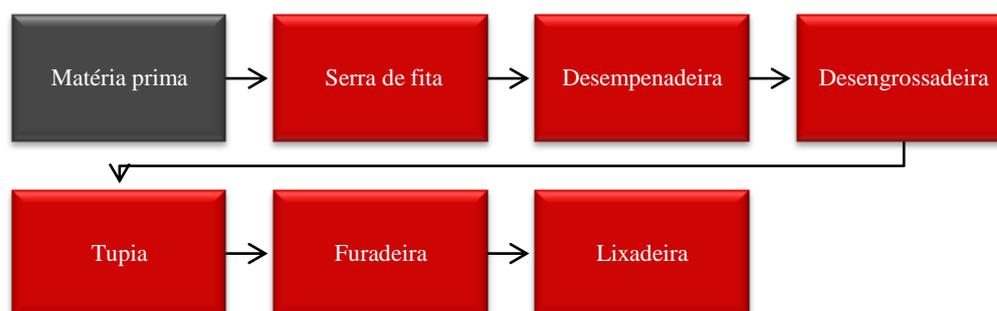


Figura 29. Máquinas utilizadas no processo.
Fonte: Adaptado de Lima, 2006.

A produção foi realizada sob o acompanhamento de um técnico especializado, que esteve presente em todos os processos de desenvolvimento dos protótipos (Figura 30).



Figura 30: A. Corte na serra fita; B. Retirada da parte interna da peça, C. Anel Central cortado e Pernas.

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Neste momento tornou-se possível conhecer as reais proporções da mesa e realizar a correção de erros, denominada de fase de verificação. Para isso, um tampo de vidro foi inserido sobre a base confeccionada em compensado, com fins de testar a resistência e estabilidade da mesa, ambas aprovados no teste. Quanto a altura, utilizou-se a princípio a de 78 cm (Figura 31), sugerida por Neufert (2009), entretanto, na análise das proporções reais do objeto, esta altura mostrou-se demasiadamente elevada.

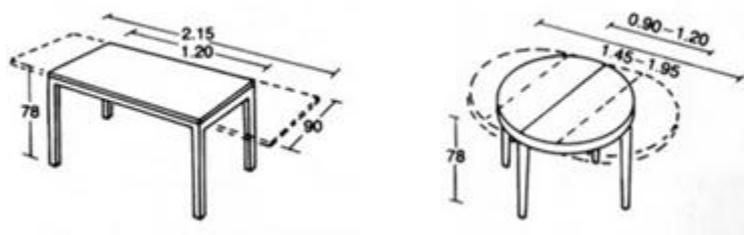


Figura 31. Altura sugerida para mesa de jantar.
Fonte: Adaptado de Neufert, 2009.

Por esta razão, sugeriu-se uma readequação deste valor para a medida proposta por Felisberto e Paschoarelli (2000), de 72cm. Salientando que, os valores apresentados pelo autor representam melhor a medidas dos segmentos corpóreos humanos da população brasileira, enquanto Neufert (2009) propõe um dimensionamento com base na população européia.

Com as peças de madeira oriundas do desdobro já secas em estufa, prosseguiu-se na intenção de confeccionar um modelo da mesa de jantar com madeira maciça. Todavia, como a largura das peças não atendiam a espessura desejada, as pranchas mais grossas oriundas do desdobro foram transformadas em painéis de 0.5cm, para alcançar a espessura pretendida (Figura 32), através da colagem de face, com outra espécie de madeira de demolição.



Figura 32. A. Anotação das pranchas; B. Processamento em pranchas de menor espessura.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

O segundo protótipo também foi construído pela formação de painéis, neste segundo caso, as pranchas foram transformadas em peças de maior espessura e não apresentaram defeitos após o seu processamento. As peças da madeira selecionada, juntamente com a madeira de demolição, foram primeiramente inseridas na desgrossadeira (Figura 33), para obtenção das espessuras desejadas e superfícies planas, faces livres de defeitos que pudessem interferir na colagem.



Figura 33: A. Madeira caída; B. Madeira de demolição.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A cola utilizada para adesão dos painéis foi a Casco Adnesives – 2542, e a quantidade foi de 400gr de cola para 80gr de catalisador, seguindo as recomendações do fabricante, onde sugere-se para cada 1Kg de cola, a proporção de 20% de catalisador.

Utilizou-se para os painéis mais finos, a colagem de face e lateral, para formação de um painel de maior espessura; alternando as espécies (Figura 34).



Figura 34: A. Peças para a colagem; B. Cola preparada; C. Processo de colagem e D. Processo de cura.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A ordem de colagem possibilitou (Figura 35) que os padrões visuais da madeira caída fossem expostos, valorizando suas características naturais.

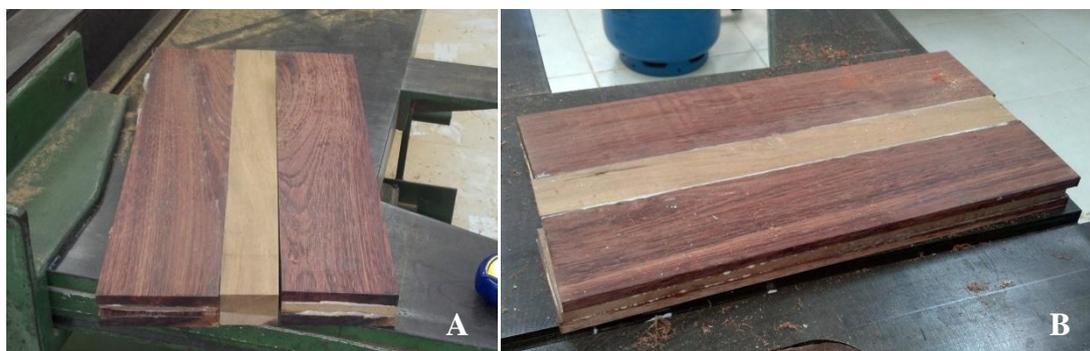


Figura 35: A. Painel pronto para colagem; B. Peça finalizada com o uso da cola.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Para formação de um dos tampos da mesa de centro, realizou-se os mesmos procedimentos já mencionados para colagem dos painéis, com a diferença de que esta peça, foi construída a partir colagem lateral de diversos resíduos de madeiras, juntamente com a madeira caída selecionada nesta pesquisa (Figura 36).



Figura 36. a. Painel com diversas espécies coladas; b. Painel cortado para formação do tampo.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Todas as peças da mesa, como tampo, pernas e apoio central, foram confeccionados de madeira maciça. A inserção de outras espécies junto a espécie de madeira caída utilizada neste estudo, objetivou a obtenção das dimensões desejadas para confecção do produto, como também a redução do produto, considerando que a espécie de madeira selecionada possui densidade bastante elevada. Uma vez cortados os painéis para formação das pernas, estas foram lixadas para retirada do excesso de cola, e também furadas para inserção de um parafuso de 7mm, destinado a fixação das peças no apoio do tampo (Figura 37).



Figura 37: A. Corte de uma das pernas; B. Retirada do excesso de cola; e C. Inserção dos parafusos.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A peças componentes do apoio central da mesa também foram coladas, e fez-se na extremidades laterais de cada uma destas, furos com o diâmetro de 15mm para inserção das porcas, como também para facilitar o seu enroscamento. Estes furos foram cobertos posteriormente por tampinhas utilizadas para este acabamento, comumente utilizadas em diversos projetos de mobiliário (Figura 38).



Figura 38: A. Peças prontas para colagem; B. Furos para facilitar a inserção das porcas.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A parte inferior das pernas da mesa também foram furadas, para inserir pequenas “sapatas” de aço cromado, evitando o contato da madeira diretamente com o solo. Os furos foram feitos por uma furadeira manual (Figura 39) e as peças rosqueadas também manualmente, sem a necessidade de uso de cola.



Figura 39: A. Furo realizado na parte inferior das pernas da mesa; e B. “Sapatras” rosqueadas na peça.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Para finalizar o produto, todas as peças receberam acabamento superficial, por meio do uso de lixas mais finas, aplicação de cera natural de carnaúba e polimento com bucha de algodão. A etapa de desenhos construtivos correspondeu a finalização dos desenhos técnicos, com as respectivas correções necessárias para o aperfeiçoamento dos projetos.

3.11 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta pesquisa utilizou-se para análise dos dados, as estatísticas descritiva e experimental. Enquanto as variáveis estudadas foram: volume do material lenhoso (diâmetro, comprimento das toras), propriedades físicas (densidade e estabilidade dimensional) e rendimento.

Destas, calculou-se os valores relativos a Média, Desvio padrão, Valores mínimo e máximo e Análise de variância, com o auxílio dos softwares Excel 2007 e Assistat. Além disso, o teste de Tukey foi aplicado em algumas das variáveis estudadas para analisar o nível de significância quanto a diferenciação entre as espécies.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para propor o desenvolvimento dos produtos desta pesquisa, a partir de madeiras provenientes de árvores caídas naturalmente na floresta, os dados coletados foram analisados em quatro níveis distintos: Madeiras utilizadas nas serrarias do município de Itacoatiara e Madeiras provenientes de árvores caídas em quatro sítios pesquisados por Rocha (2010); Quantificação, volumetria e propriedades físicas das madeiras de árvores caídas no perímetro da ZF2 e; Agrupamento das espécies e desenvolvimento de produtos, conforme exposto ao longo dos tópicos a seguir.

4.1 DIAGNÓSTICO DAS ESPÉCIES DE MADEIRAS UTILIZADAS NAS MARCENARIAS DO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA

Sabe-se que no Amazonas, a atividade florestal é uma prática comum pois representa um dos principais meios de subsistência para muitos. No contexto socioeconômico, o setor de base florestal/moveleiro possui um importante papel na região, sobretudo em alguns municípios, como o de Itacoatiara, detentor do principal pólo moveleiro do Estado (MEDEIROS et al., 2009).

Conforme o autor, este setor caracteriza-se pelo índice de empregabilidade e distribuição de renda ao longo de toda a cadeia produtiva da madeira, tanto para a atividade formal, quanto informal. Porém, tem sofrido um declínio em decorrência de uma série de fatores, tais como questões ambientais, ausência de incentivos fiscais e também de capacitação técnica.

No município, o processo produtivo é em sua maioria ainda artesanal e boa parte das empresas não utiliza projetos, ou realiza o planejamento dos gastos. Além disso, o Pólo Moveleiro foi projetado para atender os interesses dos empresários, disponibilizando inclusive, um espaço próprio para a concentração do setor. No entanto, a maior parte das empresas encontram-se espalhadas em todos os bairros. Em

sua maioria com instalações improvisadas no fundo das residências, por trata-se de um negócio tipicamente familiar.

Como se observa, o município concentra problemas comuns relacionados ao setor da madeira. Contudo, cerca de 70% afirmam enfrentar dificuldades principalmente com a falta de matéria prima, e com os custos elevados para a sua aquisição de forma legalizada, como afirma Medeiros (2009). Corroborando para uma produção de móveis onerosa, o que também interfere diretamente no valor dos produtos ofertados, levando o empresário a procurar por este insumo de maneira ilegal.

A partir destas observações, nota-se que escassez da madeira, é a principal preocupação deste setor, tendo em vista o valor da matéria prima. Razão esta, que instiga a pesquisa por novas alternativas para suprimento desta demanda, considerando medidas de baixo impacto ambiental sem refrear o desenvolvimento econômico do setor.

Assim, por meio do diagnóstico das madeiras comercializadas no município de Itacoatiara, no ano de 2012, levantou-se diversas informações sobre as principais espécies processadas nas marcenarias. A fim de avaliar a presença destas mesmas espécies em forma de madeira caída, em um inventário realizado por Rocha (2010) em quatro municípios do interior do Estado. Esta análise mostrou-se relevante, tendo em vista o quantitativo de espécies pesquisadas no estudo consultado e a oportunidade de utilização destas como suprimento de matéria prima para o setor.

A cidade de Itacoatiara foi escolhida para este diagnóstico, porque abriga o único Pólo Moveleiro da região, ainda que o seu funcionamento se distancie do modelo proposto inicialmente. Assim, como parte dos resultados obtidos nesta pesquisa, constatou-se que muitas das amostras coletadas nas marcenarias, fornecidas com seus nomes populares, não correspondiam a mesmas identificações entre os marceneiros. O que reforça a afirmativa de que há um desconhecimento por parte destes em relação variedade de madeiras tropicais utilizadas.

Também foi observado que a maior parte das marcenarias/movelarias do município desenvolvem móveis para o atendimento da demanda local, enquanto apenas algumas direcionam seus produtos a mercados maiores, chegando a comercializá-los na

cidade de Manaus. Dentre os produtos mais comuns, estão os armários, camas, balcões, portas, mesas e cadeiras. E para alguns destes, notou-se a utilização de técnicas colagem, para formação de painéis por peças fixadas lateralmente (Figura 40).



Figura 40. A. Tampo de Madeira; B. Banco com colagem de peças e; C. Porta com peças de diferentes espécies coladas.

Fonte: Da pesquisa, 2012.

Salienta-se que estas técnicas são empregadas principalmente para o aproveitamento de sobras e são reputadas com boa aceitação pelo mercado consumidor, segundo afirmaram alguns marceneiros. Como se sabe, a coleta de amostras das madeiras utilizadas no município também fez parte desta pesquisa, resultando num total de 28 espécies coletadas e 10 marcenarias visitadas. A identificação destas amostras, possibilitou o conhecimento das principais espécies empregadas, bem como a frequência destas nos estabelecimentos visitados, como demonstra a Tabela 8 .

Tabela 8. Espécies de madeiras utilizadas pelas marcenarias no município de Itacoatiara.

Nome Vulgar	Espécie	Frequência
Sucupira vermelha	<i>Andira parviflora</i> Ducke	4
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	9
Amapá	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	2
Piquiarana	<i>Caryocar glabrum</i> Pers.	1
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	2

Tatajuba de espinho	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Gaudich.	1
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz et. Pav.	1
Copaíba	<i>Copaífera reticulata</i> Ducke	1
Sucupira preta	<i>Diplopteryx martiusii</i> Benth.	1
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	1
Fava orelha de macaco	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth.	1
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	1
Gitó	<i>Guarea trichilioides</i> L.	1
Angelim pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	3
Angelim pedra	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	5
Ucuúba punã	<i>Iryanthera tricornis</i> Ducke	2
Muiratinga	<i>Maquira coriacea</i> C. C. Berg.	1
Juta cica	<i>Martiodendron elatum</i> Gleason.	1
Louro preto	<i>Nectranda cuspidata</i> Nees & Mart.	3
Louro gamela	<i>Nectranda rubra</i> Mez.	1
Louro amarelo	<i>Ocotea</i> cf. <i>Guianensis</i> Aubl.	3
Louro	<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	1
Louro	<i>Ocotea</i> sp.	2
Mandioqueira	<i>Qualea homosepala</i> Ducke	2
Louro faia	<i>Roupala montana</i> Aubl.	1
Cardeiro	<i>Scleronema micranthum</i> Ducke	1
Marupá	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	2
Quaruba vermelha	<i>Vochysia vismiaefolia</i> Sprud. ex Warm.	1

Fonte: Da pesquisa, 2012.

Analisando estes dados, percebe-se que a espécie *Astronium lecointei*, também conhecida como Muiracatiara foi identificada nove dos estabelecimentos visitados. Enquanto a espécie *Hymenolobium pulcherrimum* Ducke, foi identificada em cinco estabelecimentos, seguida da espécie *Andira parviflora* em quatro destes. Pode-se afirmar a regularidade de algumas destas é impulsionada principalmente pela predileção

dos consumidores, sob a premissa de que possuem maior durabilidade, conforme o relato de alguns proprietários das marcenarias.

Em contrapartida, observou-se que outras madeiras, especialmente indicadas para móveis de boa qualidade e marcenaria em geral, tais como a *Enterolobium schomburgkii* Bth. e a *Vochysia vismiaefolia* Sprud ex Warm (LOUREIRO & SILVA, 1968), não são utilizadas pela maioria dos estabelecimentos, pois só foram identificadas em uma única marcenaria cada, talvez em razão da ausência de informações sobre o seu potencial e indicação de uso.

Sabe-se que cerca de 40% das espécies utilizadas pelo setor moveleiro da região são da família Moraceae, segundo o Banco de Dados do LEAM/INPA. E esta família, conforme reportado em diversos artigos científicos, são produtoras de material lenhoso de boa resistência. O que explica também a frequência de uso para o uso de tais espécies.

Quanto a disponibilidade das madeiras identificadas no município, quase não são encontradas no mercado local, dadas as dificuldades dos proprietários em atender as exigências dos órgãos competentes.

Outro aspecto de extrema importância avaliado nesta pesquisa, foi o diagnóstico de quais destas espécies, comercializadas no município de Itacotiara, já teriam sido encontradas nas áreas de estudo inventariadas por Rocha (2010), na forma de madeira caída. Estes dados serviram de comparativo, tendo em vista o potencial comercial destas madeiras e a volumetria de algumas, detectadas no estudo.

Na Tabela 9, encontram-se as propriedades físicas e usos mais comuns de algumas espécies coletadas nas marcenarias, mencionadas no inventário de Rocha (2010), salientando as diversas indicações de uso a que estas dispõem.

Tabela 9. Propriedades tecnológicas das espécies.

Espécie	Db (g/cm³)	CT/CR	Principais usos
<i>Clarisia racemosa</i> ¹	0,59	2,0	Construção leve, carpintaria, marcenaria, móveis, laminados e etc.
<i>Brosimum potabile</i> ³	0,56	1,6	Compensados, embalagens, móveis Instrumentos musicais, pisos e etc.
<i>Caryocar glabrum</i> ⁶	0,96	-	Marcenaria, compensado, vigas, esteios, pisos e etc.
<i>Dipteryx dorata</i> ¹	0,97	1,3	Construção pesada, móveis, cabos, laminados e etc.
<i>Scleronema micranthum</i> ¹	0,59	2,0	Construção civil, carpintaria, estruturas, rodapés e etc.
<i>Astronium lecointei</i> Ducke ²	0,79	1,6	Construção pesada e leve, embarcações, móveis e artigos decorativos, utilitários, chapas e instrumentos musicais.
<i>Enterolobium schomburgkii</i> ¹	0,68	2,1	Carpintaria, marcenaria e acabamento, assoalhos, móveis, compensados e etc.
<i>Qualea homosepala</i> ⁵	0,70 - 0,85	-	Marcenaria, caixotaria, construção civil e naval.
<i>Maquira coreaceae</i> ⁵	-	-	Compensado e laminado, caixotaria, construção, brinquedos, móveis e etc.
<i>Goupia glabra</i> ¹	0,69	1,8	Construção, dormentes, carpintaria e acabamento, objetos torneados, compensados e etc.
<i>Guarea trichilioides</i> ¹	0,66	1,7	Construção, dormentes, paletes, postes e pilares e faqueados.
<i>Vochysia vismiifolia</i> ⁵	0,70 - 0,80	-	Carpintaria e marcenaria, caixotaria, pasta para papel.

Fonte: Adaptado de (1) INPA/CPPF, 1991; (2) IBDF/DPq-LPF, 1988; (3) Loureiro *et al.*, 2000; (4) Loureiro & Silva, 1968.; (5) Silva, 2002.

Quando comparadas as espécies inventariadas por Rocha (2010), algumas mostraram-se bastante frequentes nas áreas de estudo, como a *Dypteryx odorata* Aubl. Willd., presente em quatro das Resex's estudadas. Assim como a *Clarisia racemosa*, seguida pela espécie *Goupia glabra* Aubl., detectadas em três das áreas inventariadas. Do mesmo modo, foi possível identificar a volumetria de algumas destas na pesquisa consultada, como a *Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers, com volume de 1,84m³/ha⁻¹ na Resex Auati-Paraná.

Outras espécies apreciadas neste estudo, ainda que não tenham sido identificadas no inventário de madeiras caídas realizado pela autora, demonstraram a frequência de suas famílias. A exemplo da espécie *Nectranda rubra* Mez., da família Lauraceae, bastante comum na Resex Rio Unini.

Quanto comparada a variedade de espécies de madeiras caídas identificadas por Rocha (2010), ao banco de dados existente no LEAM/INPA, percebeu-se que várias destas já são comercializadas por empresas que trabalham com madeiras certificadas, que contribui para a importância do uso desta matéria prima comercialmente.

4.2 QUANTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS MADEIRAS DAS ÁRVORES CAÍDAS NATURALMENTE.

Na Tabela 10, estão identificadas as alturas comerciais e o diâmetro das árvores inventariadas, na qual observa-se que a espécie *Byrsonima crista*, foi a mais frequente com três árvores, seguida da *Cecropia sciadophylla* com duas árvores.

Tabela 10. Espécies de madeiras caídas inventariadas

Árvore	Espécie	Família	H (m)	DAP
1	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Fabaceae	18,9	82
2	<i>Holopyxidium latifolium</i>	lecythidaceae	-	-
5	Sem amostra para identificação	-	13,5	49
6	<i>Byrsonima crista</i> Juss.	Malpighiaceae	17,17	27
7	<i>Byrsonima crista</i> Juss.	Malpighiaceae	10,9	23
8	<i>Croton lanjouwensis</i>	Malpighiaceae	9,9	26
9	<i>Byrsonima crista</i> Juss.	Malpighiaceae	12,2	40
11	<i>Miconia</i> cf. <i>poepigii</i>	Melastomataceae	12,3	45
12	<i>Ocotea</i> cf. <i>Caudata</i> (Neea.) Mez.	lauraceae	9,59	41
13	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cecropiaceae	13,2	32
14	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cecropiaceae	14	29

17	<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	Caesalpiniaceae	11,95	43
18	<i>Protium tenuifolium</i> Engl.	Burseraceae	15	45
23	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl) Pers.	Caryocaraceae	8,6	28
24	<i>Inga</i> sp.	Mimosaceae	6,6	20

Da pesquisa, 2013.

A altura das árvores identificadas variaram de 6,6 a 18,9m, com diâmetros de 26 a 82cm. No entanto, das 24 árvores inventariadas foi possível mensurar o volume de apenas 14 destas, dada a dificuldade de acesso para cubagem. Na tabela 11, estão demonstrados o volume do fuste comercial, volume do oco e volume real.

Tabela 11. Volumetria das árvores inventariadas

Árvore	Espécie	V ¹	V.M.D ²	V.R. ³
1	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	5,985	3,1978	2,788
6	<i>Ormósia</i> sp.	2,546	0,2592	2,287
6	<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,973	-	0,973
7	<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,378	-	0,378
8	<i>Croton lanjouwensis</i>	0,506	-	0,506
9	<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	1,242	-	1,242
11	<i>Miconia</i> cf. <i>poepigii</i>	1,150	0,4649	0,685
12	<i>Ocotea</i> cf. <i>caudata</i> (Neea.) Mez	1,088	0,126	0,961
13	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,842	0,359	0,483
14	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,743	0,2352	0,508
17	<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	1,502	0,34416	1,158
18	<i>Protium tenuifolium</i> Engl	1,701	0,432	1,269
23	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl) Pers.	0,373	0,0086	0,364
24	<i>Inga</i> sp.	0,187	-	0,1987
	TOTAL	19,251	8,527	10,689

Fonte: Da pesquisa, 2013.(1) Volume da Cubagem. (2) V.M.D. = Volume do Material Degradado. (3) V. R.= Volume Real.

Na qual observa-se que a espécie *Alexa grandiflora* apresentou maior volume, 2,788 m³ para uma única árvore, seguida da espécie *Ormósia* sp. com 2,287 m³ e da espécie *Protium tenuifolium* Engl com volume de 1,269 m³. Em relação a sanidade das árvores inventariadas, nota-se que todas da espécie *Byrsonima crista* Juss., não possuíam sinal de degradação, seguidas da espécie *Croton lanjouwensis* e *Ingá* sp.

No entanto, as demais árvores possuíam sinais de degradação (Figura 41), como observado na Tabela 11. Alguns estudos apontam que árvores com menor classe diamétrica se decompõem mais rápido que as de grande porte (Chambers, et al, 2000). Resultado diferente foi constatado nesta pesquisa com a árvore da espécie *Alexa grandiflora* (árvore 18), que com 82cm de DAP apresentou nível de degradação de 50%.



Figura 41. A, B e C. Diferentes níveis de degradação encontrados.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

A identificação das características das árvores quanto aos seus volumes e sanidade foram importantes para o desdobro e o rendimento.

4.3 QUALIDADE DAS MADEIRAS DAS ESPÉCIES COLETADAS

A avaliação da qualidade das madeiras foi realizada com 13 espécies, sendo 12 das inventariadas e já mencionadas no item anterior. E uma espécie, cuja a cubagem não

foi possível, devido as dificuldades de acesso, mas de onde realizou-se a retirada de um disco, possibilitando sua identificação e determinação de suas propriedades físicas.

4.3.1 Densidade básica das espécies de madeiras provenientes de árvores caída

A determinação da densidade básica das 13 espécies de madeira analisadas neste estudo, foi relevante para conhecer sua indicação uso. Assim, considerou-se primeiramente as médias obtidas, os valores valores máximo e mínimo e coeficiente de variação das espécies (Tabela 12).

Tabela 12. Densidade básica das 13 espécies de madeiras provenientes de árvores caída.

Árvore	Espécies	Média	Valores		CV (%)
			Mín.	Máx.	
12	<i>Ocotea cf. caudata</i> (Neea.) Mez.	0,35	0,31	0,39	8,57
8	<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	0,38	0,33	0,43	10,53
14	<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	0,42	0,31	0,48	19,05
13	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,47	0,41	0,54	8,51
2	<i>Holopyxidium latifolium</i> (A.C. Sm.) R. Knuth.	0,54	0,52	0,56	1,85
1	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke.	0,54	0,52	0,57	3,70
7	<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,56	0,47	0,63	12,50
24	<i>Inga</i> sp.	0,58	0,53	0,63	8,56
9	<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,60	0,48	0,64	11,67
6	<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,62	0,59	0,66	5,56
11	<i>Miconia cf. poeppigii</i> Triana.	0,67	0,62	0,71	4,48
5	<i>Ormosia</i> sp.	0,71	0,64	0,77	7,04
17	<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	0,89	0,88	0,92	2,25

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Observando a amplitude dos dados, verificou-se a existência de grande variabilidade da densidade entre as espécies identificadas. Esta variação correspondeu aos valores de 0,35 a 0,89 g/cm³. Para os valores mínimo e máximo obtidos a maior variação foi observada na espécie *Croton lanjouwensis* Jablonski., seguida das espécies *Byrsonima crispera* Juss. (árvores 7 e 9).

O coeficiente de variação dos resultados obtidos, demonstraram boa precisão na análise, pois conforme observa-se a variação dos dados foi inferior a 20%. Para Gomes (2000), quando os valores obtidos para o $CV < 10\%$ o experimento pode ser considerado de alta precisão, e quando $10\% < CV < 20\%$ com boa precisão. Em contrapartida, quando estes valores correspondem a $20\% < CV < 30\%$ ou $CV > 30\%$, os resultados obtidos são considerados respectivamente como de baixa e péssima precisão.

Na análise de variância o teste F foi significativo a um nível de a um nível de probabilidade de 1% ($p < .01$) para densidade básica entre as espécies mencionadas. Na Tabela 13 verifica-se o teste de comparação de médias das espécies.

Tabela 13. Teste para comparação de média para os valores da densidade básica.

Espécie	Db (g/cm ³)	Grupos					
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke.	0,54	-	-	c	d	-	-
<i>Holopyxidium latifolium</i> (A.C. Sm.) R. Knuth.	0,54	-	-	-	d	e	-
<i>Ormosia</i> sp.	0,71	-	b	-	-	-	-
<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,62	-	b	c	d	-	-
<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,56	-	-	-	d	e	-
<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	0,38	-	-	-	-	-	f
<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	0,60	-	b	c	d	-	-
<i>Miconia</i> cf. <i>poepigii</i> Triana.	0,67	-	b	-	-	-	-
<i>Ocotea</i> cf. <i>caudata</i> (Neea.) Mez.	0,35	-	-	-	-	-	f
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,47	-	-	-	-	e	-
<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	0,42	-	-	-	-	e	f
<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	0,89	a	-	-	-	-	-

<i>Inga</i> sp.	0,58	-	b	c	d	-	-
-----------------	------	---	---	---	---	---	---

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Nota: Letras iguais significam que não há diferença significativa entre as espécies.

Como se percebe, seis grupos distintos foram formados do teste aplicado, considerando as variações existentes entre as espécies estudadas. Contudo, com base na classificação proposta pela norma ABNT foram considerados para as espécies apenas três grupos, que corroboram para sua identificação de usos mais comuns.

A primeira classe é destinada a madeiras de baixa densidade, a segunda de média densidade e a terceira de alta. A classe de maior frequência foi a de média densidade com 9 espécies. Enquanto as espécies denominadas de baixa densidade, foram apenas duas, a *Ocotea* cf. *caudata* (Neea.) Mez. (0,35g/cm³) e a *Croton lanjouwensis* Jablonski (0,38g/cm³).

O maior valor alcançado para foi o de 0,89 g/m³, pertencente a espécie *Eperua schomburgkiana* Benth, classificada como de alta densidade, com diferença significativa das demais.

Estes dados corroboram para o indicativo de que é possível encontrar uma grande variabilidade de densidades dentre as espécies de madeiras caídas disponíveis na floresta. E também reforça as inúmeras possibilidades de emprego dessas madeiras, sobretudo para o desenvolvimento de produtos.

Ressalta-se que a classe de maior frequência observada nesta pesquisa, possui ampla utilização no mercado madeireiro, e atualmente pode ser identificada no desenvolvimento de produtos, antes desenvolvidos apenas com madeiras com alta densidade.

Nota-se ainda, que boa parte das espécies estudadas, possuem valor comercial e custam em média no mercado, cerca de R\$ 800,00 o metro cúbico. O que representa um ganho econômico, uma vez que sejam manejadas, sobretudo pela forma como estas podem ser obtidas.

Assim, o manejo da madeira caída para fins comerciais também oferece um vasto campo para o seu aproveitamento. Aliado as inúmeras alternativas para agregação de valor a estas por meio de inserção tecnológica, transformando-as em painéis de madeira maciça, pisos, e até móveis de alto padrão, o que amplia seu potencial de uso e minimiza questões sobre a sua qualidade.

4.3.2 Estabilidade dimensional básica das espécies de madeiras provenientes de árvores caída

Esta pesquisa, permitiu ainda, a obtenção dos valores relativos a estabilidade dimensional das espécies. Conforme Galvão e Jankowsky (1985) este conhecimento possui implicações de ordem prática que o torna de grande importância, sobretudo ao uso da madeira. E que pode colaborar para o aproveitamento de espécies com menor estabilidade, quando estudadas as suas características. Isso porque, a estabilidade como propriedade física, também é parâmetro para secagem e retrata o comportamento da madeira no que diz respeito a sua utilização, usinagem, trabalhabilidade.

Assim, a Tabela 14 fornece os dados referentes as médias obtidas das contrações nos sentidos tangencial e radial, que foram considerados para a determinação da razão, ou relação entre essas duas variações. Os valores mínimo, máximo e o coeficiente de variação também foram calculados.

Tabela 14. Estabilidade Dimensional

Espécies	Contração								Razão (Md)
	Tangencial				Radial				
	Md	Min	Máx	CV (%)	Md	Mín	Max	CV (%)	
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke.	6,82	6,45	7,53	8,94	2,72	2,17	3,10	17,65	2,5
<i>Holopyxidium latifolium</i> (A.C. Sm.). R. Knuth	5,74	4,65	6,47	12,89	3,86	3,31	4,32	11,66	1,5
<i>Ormosia</i> sp.	7,55	6,47	8,76	11,79	3,70	3,42	3,86	4,59	2,0

<i>Byrsonima crispera</i> Juss	11,75	11,28	12,50	5,57	7,13	6,91	7,35	3,14	1,6
<i>Byrsonima crispera</i> Juss	8,00	6,12	9,95	21,38	5,84	5,54	6,44	7,02	1,3
<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	5,72	5,40	6,32	7,34	3,23	2,82	3,99	17,03	1,8
<i>Byrsonima crispera</i> Juss	8,43	6,50	9,66	14,23	4,81	4,00	5,71	15,38	1,7
<i>Miconia</i> cf. <i>poepigii</i> Triana.	6,15	5,04	8,27	24,21	4,54	4,30	5,03	7,29	1,3
<i>Ocotea</i> cf. <i>caudata</i> (Neea.) Mez.	5,64	4,99	7,02	14,72	3,13	2,61	3,80	14,70	1,8
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	7,24	6,19	8,16	9,39	4,32	3,04	5,68	19,21	1,7
<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	10,09	7,99	11,53	14,87	4,86	3,74	6,15	20,78	2,1
<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	9,75	8,95	10,55	6,67	4,95	4,58	5,38	7,68	1,9
<i>Inga</i> sp.	7,41	6,24	8,26	14,25	4,38	3,86	5,06	13,98	1,7

Fonte: Da pesquisa, 2013.

A maior diferença entre as médias obtidas no sentido tangencial e radial foram para as espécies *Croton lanjouwensis* Jablonski (árvore 14) e *Eperua schomburgkiana* Benth., quando estas variações dimensionais absolutas mostram-se elevadas, pode haver uma relação deste fator com a maior movimentação da madeira (GALVÃO e JANKOWSKY, 1985).

A análise de variância também foi realizada para os dados obtidos da estabilidade dimensional. Na qual, o teste F apresentou significativa diferença a um nível de confiança de 1% de probabilidade ($p < .01$), e quando aplicado o teste de Tukey, a classificação das espécies segundo o agrupamento das médias de tratamento (Tabela 15).

Tabela 15. Teste de Tukey para estabilidade dimensional.

Espécie	Razão	Grupos				
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke.	2,5	a	-	-	-	-
<i>Holopyxidium latifolium</i> (A.C. Sm.) R. Knuth.	1,5	-	b	c	d	-
<i>Ormosia</i> sp.	2,0	a	b	c	-	-
<i>Byrsonima crispera</i> Juss.	1,6	a	b	c	-	-

<i>Byrsonima crisper</i> Juss.	1,3	-	-	c	d	e
<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	1,8	-	b	c	d	-
<i>Byrsonima crisper</i> Juss.	1,7	a	b	c	-	-
<i>Miconia cf. poeppigii</i> Triana.	1,3	-	-	-	d	e
<i>Ocotea cf. caudata</i> (Neea.) Mez.	1,8	a	b	c	-	-
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	1,7	-	-	-	-	e
<i>Croton lanjouwensis</i> Jablonski.	2,1	a	b	-	-	-
<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	1,9	a	b	c	-	-
<i>Inga</i> sp.	1,7	-	-	c	d	e

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Nota: Letras iguais significam que não há diferença significativa entre as espécies.

Neste teste, percebeu-se que espécie *Alexa grandiflora* Ducke, possui maior diferenciação na comparação realizada entre as espécies, enquanto outras não demonstraram diferença significativa entre si, tais como a *Ormosia* sp., *Byrsonima crisper* Juss., *Ocotea cf. caudata* (Neea.) Mez. e *Eperua schomburgkiana* Benth.

Os valores atribuídos a relação de variação da madeira, nos sentidos tangencial e radial, também denominada de razão, são muito importantes. Pois possibilitam a o conhecimento da estabilidade da madeira, e o seu uso de forma inteligente na construção de produtos com maior estabilidade (Idem, Ibidem).

Com base na faixa de variação de anisotropia proposta por Galvão e Jankowsky (1985), nove espécies desta pesquisa são classificadas como normais, por possuir anisotropia $>1,5 < 2$, duas estáveis ($>1,5$) e uma instável maior de $>2,6$. As mais estáveis consideradas portanto de excelente qualidade foram as *Byrsonima crisper* Juss. e *Miconia cf. poeppigii* Triana. E como instável, se diferenciando das demais classes, a espécie *Alexa grandiflora* Ducke, com valor absoluto de 2,5.

Os valores resultantes desta relação também definem a madeira quanto a sua qualidade, para o desenvolvimento de produtos, processo de secagem e comportamento em geral. Contudo, a instabilidade de determinadas espécies, não interfere no seu aproveitamento para fins mais nobres. Pelo contrário, fornece parâmetros para evitar o

desenvolvimento de defeitos na madeira, e ainda a execução de um desdobro mais técnico, onde o resultado é um material com maior estabilidade (Idem, Ibidem).

4.4 RENDIMENTO DAS MADEIRAS CAÍDAS E DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS

Como mencionado no item 3.7, realizou-se de forma aleatória a seleção de uma das espécies para a confecção dos produtos. A espécie selecionada foi a *Eperua schomburgkiana* Benth.

Na Tabela estão discriminados os volumes das árvores caídas naturalmente, sem oco, o volume dos produtos gerados no processamento mecânico e seu rendimento.

Tabela 16. Volume e rendimento da espécie selecionada.

Árvore	Tora (m)	Volume (cm ³)			Rendimento
		V	V. M. D	V. Peças	
17	4m	1,217	0,783	0,693	88%

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Como se observa, nesta fase (desdobro) o volume do material degradado também foi descontado, considerando as condições em que a tora se encontrava. Pois nesta, havia a presença de ocosidade, por provável ataque de coleóptos (Figura 42).

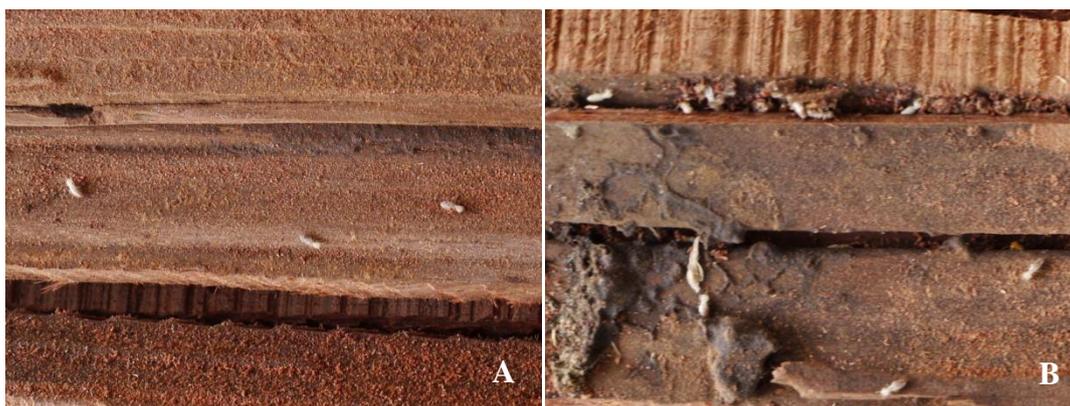


Figura 42: A. Coleóptos encontrados na madeira; B. Presença de degradação em algumas peças.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Entretanto, a maior parte das peças não apresentou defeitos, exceto algumas onde verificou-se rachaduras nas extremidades. Em face dos bons resultados obtidos do desdobro, observou-se que o rendimento de uma árvore com material degradado, pode ser maximizado, quando esta é desdobrada em função do seu melhor aproveitamento. No entanto, isso não pode ser considerado uma regra, pois há casos em que o desdobro em função da nomenclatura, pode atingir os mesmos resultados.

Ainda tratando-se de alcançar o valor real do rendimento, considerou-se 25% de perda de matéria prima no processo de fabricação dos produtos desta pesquisa, com o uso da serra fita e outras máquinas. Assim, o valor do volume final utilizado para estimar a quantidade de produtos passíveis de produção, foi de 0,525m³.

Quanto aos projetos desenvolvidos para validação do uso da madeira caída, apenas um foi desenvolvido a partir da matéria prima. Uma vez que as peças selecionadas para a construção do primeiro produto, uma mesa de jantar (Figura 43), apresentaram defeitos, impossibilitando a sua confecção.

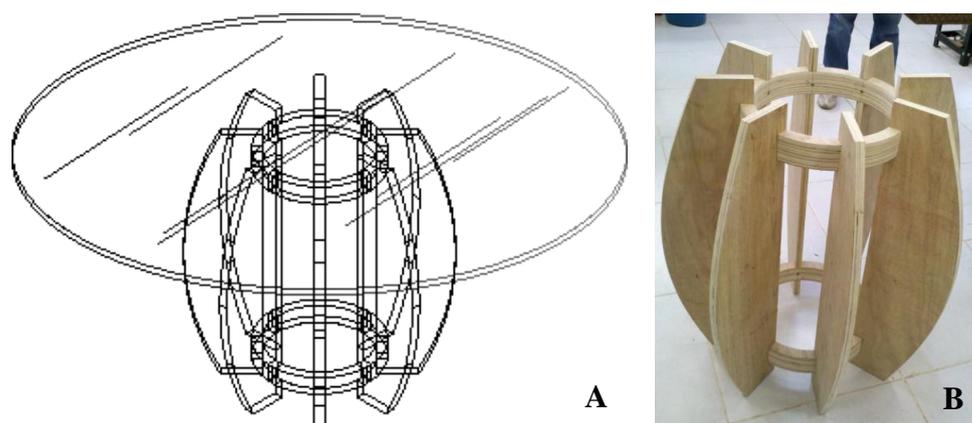


Figura 43: A. Projeto projetivo e B. Modelo confeccionado.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Nota-se que as peças mencionadas, foram processadas em pranchas de menor espessura (0,6cm) destinadas a formação de painéis. Ocorrendo defeitos como curvamento e rachaduras ao longo da peça (Figura 44). O que não se repetiu, quando a matéria prima foi processada em peças de maior espessura (1,5 cm), como as utilizadas na confecção do segundo produto.



Figura 44. Peça com defeitos.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Salienta-se que a madeira utilizada, possui como uma de suas características a de ser oleífera, exudando uma substância do tipo goma-resina (SILVA, 2002). Este fator pode estar relacionado com a sua trabalhabilidade, contribuindo para a ocorrência dos defeitos citados. Ainda que esta, tenha apresentado valores para uma boa classificação quanto a sua estabilidade dimensional.

Muito embora esta espécie tenha se mostrado de difícil usinagem, o seu uso representou um desafio para valorização da madeira. Tendo em vista principalmente o objetivo desta pesquisa, o de estudar e avaliar a qualidade de madeiras caídas para o desenvolvimento de produtos.

As dimensões das partes constituintes de ambos os produtos, foram consideradas para calcular o volume gasto no processo produtivo de cada peça, e do produto como um todo, conforme apresenta a Tabela 17.

Tabela 17. Rendimento da madeira em função do primeiro produto.

Peças	Qtde	Dimensões (m)	Volume individual	Volume
Perna	8	0,72x0,23x 0,02	0,003312	0,026496
Anel de Apoio	2	0,40x0,06x0,03	0,00072	0,00141413
Volume total 0,027936m ³				

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Assim, identificou-se por meio do valor total exposto, a quantidade de produtos passíveis de serem desenvolvidos com o volume disponível da matéria prima (0,525m³). Ressaltando que, se esta madeira fosse destinada a construção de um único modelo de produto, neste caso a mesa em questão, do seu volume poderiam ser confeccionadas 18 unidades, como sobra para confecção de peças avulsas.

Para o segundo produto, uma mesa de centro, também realizou-se o cálculo do volume gasto para a sua produção, assim como a quantidade de madeira investida na confecção das peças (Tabela 18).

Tabela 18. Rendimento da madeira em função do segundo produto.

Peças	Qtde	Dimensões (m)	Volume
Perna	4	0,25x0,45x0,03	0,026496

Tampo	1	0,44x0,44x0,02	0,00141413
Subsistema de fixação das pernas	1	0,03x0,29x 0,025	0,002175
Volume total 0,0175895m ³			

Fonte: Da pesquisa, 2013.

Dos valores obtidos constatou-se que, para produção em série de mesas deste modelo, o volume gasto para cada unidade mostrou-se inferior quando comparado ao primeiro modelo (mesa de jantar). O que na prática possibilitaria a produção de 29 mesas de centro, com sobra de material para o desenvolvimento de peças avulsas do recurso disponível. Ainda que o primeiro produto possua maior valor comercial.

Faz-se importante salientar que para a construção da segunda mesa confeccionada com a madeira caída, também se utilizou resíduos de madeira de demolição disponibilizados pelo Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira - LEAM. A inserção destes contribuiu tanto para a redução do peso da mesa, como para o processo de colagem, intercalando madeiras de diferentes densidades.

Uma das principais espécies utilizadas juntamente com a madeira caída, foi o Louro. Para complementação da espessura das pernas da mesa, utilizaram-se duas pranchas. (Figura 45).



Figura 45. Peças utilizadas junto a espécie de madeira caída.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

E embora estas apresentassem defeitos decorrentes do tempo de uso, mostraram-se em boas condições após o seu beneficiamento. Além de reduzirem o investimento da madeira caída para confecção de um único produto, possibilitando a maximização do recurso. Desse modo, considerando técnicas como a de colagem, observa-se que o volume de $0,525\text{m}^3$, pode ser ainda melhor aproveitado.

As propostas dos produtos também atenderam a questões como montagem e desmontagem e transporte, pois contemplam sistemas de encaixe de fácil manuseio. Outra vantagem dos produtos está na configuração formal adotada para ambos, favorecendo uma produção seriada, com pouca variação de peças. O que também se percebe, quando analisadas as partes componentes que correspondem a suas estruturas físicas (Figura 46).



Figura 46. A e B. Projetos gerados para utilização da madeira.
Fonte: Da pesquisa, 2013.

Este pode ser considerado como o resultado da metodologia de design proposta, o que permitiu o planejamento de uso da matéria prima, bem como o incentivo ao seu aproveitamento, lhe atribuindo uma nova condição de uso. Ainda sob a afirmativa de que o conhecimento da tecnologia da madeira e o emprego de um bom projeto de design pode exercer um papel importante na introdução de novas espécies no mercado. Sobretudo das madeiras estudadas neste trabalho, na condição de necromassas. Transformando-as em mobiliários, luminárias, pisos, revestimentos de parede, painéis, entre outros aplicações que compreendam fins mais úteis. Também pode colaborar para

o crescimento do setor na região, e para uma mudança cultural de valorização da matéria prima.

E embora algumas das espécies inventariadas no estudo, sejam pouco utilizadas comercialmente. Estas foram avaliadas sob os aspectos de sua qualidade, apresentando bons resultados quanto suas propriedades, almejadas pelo mercado. Sobretudo quando destinadas a produtos de alto valor comercial, como no caso de móveis. Para Razera e Muniz (2002), profissionais como designers, exercem um papel importante na afirmação de tendências e são fundamentais como formadores de opinião, o que pode contribuir para divulgação e valorização de novas madeiras. O que pode ocorrer com a madeira caída, uma vez que lhe seja empregado o devido valor.

Trabalhar-se com madeiras tropicais na Amazônia é um desafio, sobretudo quando estas madeiras são provenientes de árvores naturalmente caídas. Pois neste estudo, observou-se que os maiores obstáculos não correspondem a exploração de fato, tendo em vista os inúmeros esforços do manejo no desenvolvimento de pesquisas. Que comprovam cada vez mais o seu potencial de uso, dado o volume constatado nos inventários realizados pela equipe do Laboratório de Manejo Florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em vários municípios do Estado do Amazonas.

Mas principalmente, pela escassez de informações que possam comprovar a qualidade desta matéria prima, e que também possam demonstrar na prática as vantagens deste tipo de exploração aliado as práticas do manejo tradicional. Pois, embora se conheça os avanços alcançados pelo uso da madeira no manejo comunitário, faz-se necessário ampliar as propostas para o seu aproveitamento em uma escala maior.

De modo que esta oferta, seja consonante com as demandas existentes para obtenção desta matéria prima tão apreciada, a madeira amazônica. O que também permitirá o seu emprego na formação de produtos de maior valor comercial, e não apenas POM's. Que possam concorrer com os produtos encontrados em lojas de padrão mais elevado, valorizando ao máximo este material.

A Amazônia possui uma vasta variedade de espécies que ainda não foram exploradas comercialmente, o seu uso pode cooperar na redução da preferência por

determinadas madeiras. Pois muitas espécies são semelhantes tanto em propriedades, quanto cores e texturas, aspectos que corroboram para esta substituição.

Por fim, faz-se necessário ainda, que sejam reforçados os argumentos em busca da atualização de normas vigentes, que impedem o beneficiamento desta matéria prima para uso comercial. Aliado aos resultados deste estudo, onde abordou-se sobre manejo e tecnologia para valorização das madeiras caídas, discorrendo sobre as muitas vantagens da sua utilização e comprovando a sua qualidade para o desenvolvimento de produtos.

CONCLUSÕES

Com base no inventário realizado, identificou-se que muitas das árvores naturalmente caídas na floresta, encontram-se em boas condições de uso, considerando o seu material lenhoso e o seu volume.

As propriedades físicas analisadas, indicam que as madeiras das árvores quantificadas possuem qualidade para confecção de produto. Cerca de 70% das espécies de árvores caídas identificadas, são comercializadas pelo setor madeireiro do município de Itacoatiara.

Os níveis de degradação encontrado e as características intrínsecas da espécie selecionada, não comprometeram as possibilidades da utilização desta madeira na confecção dos produtos.

Outras espécies também poderiam atingir resultados semelhantes se fossem selecionadas para este fim, uma vez que também foram identificadas algumas de suas propriedades tecnológicas na pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO-MARTÍNEZ, M.; BEDOYA, R. 1997. Reservas extractivas de Madera Caída en la península de Osa, Costa Rica: Metodologías de bajo impacto para el manejo participativo. In: Simpósio Internacional sobre possibilidades de manejo florestal na América Tropical. Santa Cruz de La Sierra Bolívia. 22p.

AMARAL,P.; AMARAL NETO, M. **Manejo Florestal Comunitário: processos e aprendizagens na Amazônia brasileira e na América Latina**. Belém-PA. 81p. Editora IEB – Instituto Internacional de Educação no Brasil. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro,1997.107 p.

_____. **NBR 14042**. Rio de Janeiro, 1998a.

BARBOSA, A. P; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. J.; ABREU, R. L. S. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro.In: Parcerias estratégicas, n.12. Manaus 2001. p. 42-61.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto: Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgar Bucher Ltda, 1998.

BITENCOURT, Fábio. Ergonomia e conforto humano. 1 ed. Rio de Janeiro: Rio Book's, 2011.

CARRASCO, Edgar V. Mantilla. Ligações estruturais de madeira por adesivos. São Carlos: EESC/USP, 1984. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos, 1984.

CARVALHO, Carla Paoliello de Lucena. Avaliação da estrutura de móveis escolares de madeira Eucalipto. Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, 2008.

CAVALCANTI, M. A.; NASCIMENTO, C. C. do; AZEVEDO, C. P. de. *Desenvolvimento de Modelos para Diagnosticar Rendimento e Desperdício de Madeiras em Três Serrarias da Cidade de Manaus*. XII Jornada de Iniciação Científica. PIBIC/INPA. INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus/AM/Brasil. 09 a 11 de julho de 2003. p.201-202. Manaus, 2003

CHAUVEL, A; LUCAS, Y.; BOULET, R.. On the Genesis of the Soil Mantle of the Region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. **Experientia**, n.43 p. 234-241. 1987.

CLEMENT, Carlos Richards; HIGUCHI, Niro. A floresta amazônica e o futuro do Brasil. In: Revista Ciência e Cultura. N.58 (3): 44-49.

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Madeiras: Método de Determinação del peso específico 30:1 – 004. COPANT, Jul. 1971.

DIAS, A.C.C.P.; NEVES, A.D. Levantamento dos Solos da Estação Experimental Rio Negro. **Boletim Técnico 1**, EMBRAPA. 1980.

ECKELMAN, Carl. A. 1969. Engineering Concepts of Single-Pin Dowel Joint Design. Forest Products Journal 19 (12) :52-60.

FURASTÉ, Pedro Augusto. Normas Técnicas para trabalho científico: Explicitação das Normas da ABNT. 15 ed. Porto Alegre: s.n., 2011.

GALVÃO, Antônio P. M.; JANKOWSKY, Ivaldo P. Secagem racional da madeira. São Paulo: Nobel, 1985.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*.4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

GOMES, Frederico Pimentel. Curso de estatística experimental.15ed. Piracicaba: Esalq, 1985.

GOMES FILHO, João. A ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2010.

GUILLAUMET, J.L. Some structural and floristic aspect of the forest. **Experientia**, n.43 (3). P. 241-251. 1987.

HAYASIDA, Willian; SOUSA, A. S.; LIMA, M. P.; NASCIMENTO, C.C.; FERREIRA, Antonio Gilberto. Proposta de aproveitamento em resíduos de pau-rainha (*Brosimum rubescens*) descartados pelo setor madeireiro. In: Acta Amazonica, v. 38. Manaus 2008. p. 749-752.

HIGUCHI, Niro et al. Manejo florestal sustentável na Amazônia Brasileira. Manaus, 2006. P. 140-155

HIGUCHI, Niro et al. Setor madeireiro e desenvolvimento sustentável na Amazônia. In: Grupos de Estudos Estratégicos Amazônicos: Caderno de Debates. Tomo III. Manaus: INPA. 2010.

IBAMA. Instrução Normativa n. 05. 2006.

IIDA, Itiro. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 5.ed. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda., 1998.

INPA/CPPF. Catálogo de madeiras da Amazônia: Características tecnológicas, área da Hidreletrica de balbina. Manaus, , 1991.89 p.

ITÓ, Lauro Satoru. Encontro de governanças: Consolidação do ciclo de seminários de políticas públicas sobre o stor de madeira móveis da região amazônica. Belém: SEBRAE, 2010.

IWAKIRI, Setsuo. Painéis de madeira constituída. Curitiba: FUPEP, 2005. 247p.

KAZAZIAN, Thierry. *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável*. 2. ed. São Paulo: Editora Senac de São Paulo, 2005.

KOHASHI, Karen Lumi. Proposta de um produto modular para exportação. In: XVIII Jornada de Iniciação Científica. 2009, Manaus. Anais. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2009, p.641-643.

LEOPOLDO, P.R.; FRANKEN, W.; SALATI, E.; RIBEIRO, M.N.G.. Towards a Water Balance in the Central Amazonian Region. *Experientia*, n. 43. p. 222-233. 1987.

LESKO, Jim. Design industrial: guia de materiais e fabricação. Tradução Marcelo Alves. 2ª Ed. São Paulo: Blucher, 2012.

LIMA, Marco Antônio Magalhães. Introdução aos materiais e processos para designers. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2006.

LÖBACH, Bernd. Design Industrial: Bases para configuração dos produtos industriais.

Tradução Freddy Van Camp. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 2001.

LOPES, Merielen; GARCIA, Alvaro. Adesivos: Controle de qualidade na preparação de painéis de madeira. Revista da Madeira, n. 89 Abr. 2005. Disponível em: <www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=728&subject=Adesivo&title=Controle..> Acesso em: 02 fev., 2012.

LOUREIRO, Arthur A.; SILVA, Marlene F. da. Catálogo das madeiras da Amazônia. 2v. Belém: SUDAM, 1998.

LOUREIRO, Arthur A.; SILVA, Marlene F. da; ALENCAR, Jurandyr da C. *Essências Madeiras da Amazônia*. v.2. 18. ed. Manaus – AM: Inpa, 1979.

LUIZÃO, F.J. Litter Production and Mineral Element Input to the Forest Floor in a Central Amazonian Forest. **GeoJournal**, 19, 407-417. 1989.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, análise e interpretação de dados. 7ed.- São Paulo: Atlas, 2011.

MEDEIROS, A. G. *et al.* Complexidade do setor moveleiro do município de Itacoatiara, AM. In: Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Itacoatiara - II Mostra Interinstitucional UFAM/UEA, 2009.

MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; REZENDE, E. C. Secagem da madeira ar livre e alguns pontos básicos para compra de madeira serrada. *Ciência e Prática*., Universidade Federal de Lavras, boletim técnico nº2, 1996. 30p.

MIRANDA, E.V. 2002. Padrão de desenvolvimento radial horário do fuste de três espécies florestais típicas da Amazônia utilizando dendrômetros automáticos. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 76p. 2002

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Cláudia. Ergonomia: conceitos e aplicações. 4ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2009. 224 p.

MUNARI, B. **Das Coisas Nascem Coisas**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

NASCIMENTO, Claudete Catanhede et al. O uso de madeiras de árvores caídas em comunidades extrativistas: Estratégia econômica e de sustentabilidade ambiental. Manaus: INPA, 2010.

NENNEWITZ, Ingo et al. Manual de tecnologia da Madeira. Tradução: Helga Madjderey/ Revisão técnica Ingeborg Sell. São Paulo: Blucher, 2008.

NEPSTAD, D.; RAMOS, C. A.; LIMA, E. Governança na indústria de madeira na Amazônia para maximizar os benefícios sociais e ambientais. In: CONFERENCE ON RURAL LIVELIHOOD, FORESTS AND BIODIVERSITY, 2003. P. 19-23.

NEUFERT, Ernest. A arte de projetar em arquitetura. Tradução Gustavo Gili. São Paulo: Editora GG. 2009

OLIVEIRA, F.G.R; CAMPOS, J.A.O; SALES, A. Ultrasonics measurement in Brazilian hardwoods. **Materials Research**, São Carlos, v.5, n.1, p.51-55, 2002.

RADAM-BRASIL 1978. **Programa de Integração Nacional. Levantamentos de Recursos Naturais**. V. 18 (Manaus) - Radam (Projeto) DNPM, Ministério das Minas e Energia. 626 p. 1978.

RANZANI, G. Identificação e Caracterização de Alguns Solos da Estação de Silvicultura Tropical. **Acta Amazonica**, v. 10 p. 7-41. 1980.

RAZERA, Antônio Neto; MUÑIZ, Graciela Inês Bolzon. Design moveleiro e a madeira tropical. In: 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006, Curitiba. Anais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.

ROCHA, Janaína de Almeida. Madeira caída como oportunidade para o manejo florestal comunitário em unidades de conservação no Amazonas, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais). CFT/INPA, Manaus, 2010.

RUBIM, Igor Brum. Avaliações de ligações com cavilhas, parafusos e cavilhas em peças de madeira de *Eucalyptus spp.* Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005. Seropédica/RJ.

SANTOS, Flávio Anthero. *O Design como Diferencial Competitivo*. Itajaí: Editora da Universidade do Vale do Itajaí, 2000.

SILVA, Ademir Castro e. Madeiras da Amazônia: Características gerais, nome vulgar e usos. Manaus: Edição SEBRAE, 2002. 237p.

TELLES, B. M. P.; ROSAS, L. V.; SOARES, S.C. Aproveitamento de resíduos de madeira gerados pelas empresas madeireiras do município de Benjamin Constant – AM. In: PAIC/UEA. Tabatinga: 2007.2p.

TOMASELLI, Ivan; KLITZKE, R. J. Secagem de Madeira (Desenvolvimento de Material Didático- Apostila). 2000.

VASCONCELOS, Luis. Um modelo de classificação para metodologias de design. In: Congresso Brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design, 9, 2010. São Paulo. Anais.

YONEKURA, Loly. **Produtos de madeira estruturados a partir de grafismos indígenas**. 2004, 101p. Projeto de Graduação de Desenhista Industrial com habilitação em Projeto do Produto – Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus.

ZAMARIAN, Esoline Helena Cavalli. Características técnicas, estéticas e mercadológicas da Bracatinga (*Mimosa Scrabella Benth*) na fabricação de móveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.