UNIVERSIDADE **F**EDERAL DO **A**MAZONAS
FACULDADE DE **C**IÊNCIAS **A**GRÁRIAS
PROGRAMA DE **P**ÓS-**G**RADUAÇÃO EM **C**IÊNCIAS
FLORESTAIS E **A**MBIENTAIS – **PPGCIFA**

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA EM TRÊS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA FLORESTAL

KEILA GARDÊNIA SILVA NASCIMENTO

Manaus
2006

UNIVERSIDADE **F**EDERAL DO **A**MAZONAS
FACULDADE DE **C**IÊNCIAS **A**GRÁRIAS
PROGRAMA DE **P**ÓS-**G**RADUAÇÃO EM **C**IÊNCIAS
FLORESTAIS E **A**MBIENTAIS – **PPGCIFA**

KEILA GARDÊNIA SILVA NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA EM TRÊS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA FLORESTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração em Manejo e Tecnologia de Produtos Florestais.

Orientador: Prof^{o} Dr. Nabor da Silveira Pio

Manaus
2006

Ficha Catalográfica

(Catalogação na fonte realizada pela Biblioteca Central - UFAM)

Nascimento, Keila Gardênia Silva

N244a

Avaliação do processo de beneficiamento da madeira em três segmentos da indústria florestal / Keila Gardênia Silva Nascimento. - Manaus: UFAM, 2006.

69 fl.; il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) — Universidade Federal do Amazonas, 2006.

Orientador: Nabor da Silveira Pio

1. Madeira - Beneficiamento 2. Painéis compensados 3. Caixaria 4. Resíduos da madeira I.Título

CDU 674.038.3(043.3)

UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS-PPGCIFA

PARECER

Defesa nº 023

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após argüir a mestranda Keila Gardênia Silva Nascimento em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado **"AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA EM TRÊS SEGMENTOS DA INDÚSTRIA FLORETAL"**, é de parecer favorável à APROVAÇÃO da acadêmica, habilitando-a ao título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais (MTRF).

Dr. Nabor da Silveira Pio
Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFAM
Orientador e Presidente da banca examinadora

Drª Claudete Catanhede do Nascimento
Professora e pesquisadora do INPA
Primeira examinadora

Dr. Carlos Moisés Medeiros
Professor e pesquisador do Departamento de Engenharia Agrícola de Solos UFAM
Segundo examinador

Manaus, 11 de setembro de 2006.

Prof. Dr. Nabor da Silveira Pio
Coordenador do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais - PPGCIFA
Prof. Dr. Fernando Cardoso Lucas Filho
Vice-coordenador

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS PPGCIFA IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS

Campus Universitário – Av. General Rodrigo Octávio Jordão, Nº 3000 – Manaus/AM Fone/Fax: (92) 3647-4254 CEP: 69077-000. Bloco F – Setor Sul - Mini-Campus, e-mail: ppgcifa@ufam.edu.br
www.ppgcifa.ufam.edu.br

A Deus,

À minha Mãe,

Ao meu Pai,

Aos meus irmãos e Sobrinhos,

Aos meus familiares e Amigos.

Muito Obrigada por tudo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades a mim oferecidas;

Aos meus familiares, em sua maioria, acompanharam cada dia desses últimos dois anos de minha vida;

À Universidade Federal do Amazonas – UFAM e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais pela oportunidade de executar este trabalho;

À empresa MADEBRIQ – Madeiras e Briquetes Ltda, nas pessoas dos Srs. Jussilane Rosset (*em memória*), a secretária Ana e o Sr. Francisco;

À empresa Compensados da Amazônia CIA, nas pessoas dos Srs. Daniel Júnior e Sidney Alves;

À empresa MIL – Madeireira Itacoatiara Ltda, nas pessoas dos Srs. Josué, Luiz Gustavo e Clebson Ramos e da Srta. Joisdeth

À FAPEAM pela bolsa de estudos disponibilizada por boa parte do tempo em que desenvolvi minhas atividades no Mestrado;

Ao meu Orientador, Prof^{o} Dr. Nabor da Silveira Pio;

Ao meu Co-orientador e amigo Prof^{o} Dr. Carlos Moises Medeiros;

À Prof^{a} Dra. Claudete Catanheda do Nascimento;

Aos meus colegas de Mestrado, sempre companheiros e batalhadores, vivemos grandes momentos, fossem em sala de aula ou em reuniões agradáveis que só nós sabíamos fazer, Sheila, Elaine, Nerci, Sílvia, Luizete, Luciana, Rosana, Evelize, Edy, Simone, Silvana, Carlos, Edi, Gerson, André, Inaldo, Jurimar, Neto, Warley, Sandra, Patrícia e Nelizabel;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais e a secretária Elzimar;

Aos meus colegas do Centro de Ciências do Ambiente – CCA/UFAM e do PIATAM, Cláudia, Hostília, Dona Graça, Doney, Nazaré, Gioconda, Raimunda Nogueira, Raimunda Albuquerque, Alexandre Rivas e os demais;

Aos meus sempre professores e amigos, Eduardo Mafra, João Bosco, José Maria, José Brandão, José Sansone, Luis Antônio, Mário Humberto, Narciso Cardoso, Raimundo Fernandes;

Às pessoas especiais presentes, e que passaram, em minha vida, sempre torcendo por meu sucesso, André Felipe, Angélica Oliveira, Ayala, Carlos dos Anjos, Cleber Mota, Elder Trindade, Elton Trindade, Ioná Farias, Jean Carlos, José Vasconcelos, Juarez Vasconcelos, Lauro Maquine, Leia Araújo, Marcos Vieira (***em memória***), Mário Célio, Mário Lemos, Neire Silva, Sandra Cardoso, Socorro Lima, Wanderlan Dimas, Wellington Yoama, Wildebran Araújo, Willen Marcos.

Aos meus familiares, todos, sem exceção de nenhum, mas especialmente ao que não estão mais junto de mim: minha bisavó Mundica, minha avó Joana e meus tios Silva e Alcebíades. Tenho certeza que eles estão felizes agora.

Resumo

Este trabalho avaliou o processo de beneficiamento de madeira desde a tora até o produto acabado em três diferentes segmentos da indústria florestal no Amazonas, sendo duas em Manaus e uma em Itacoatiara. A classificação estabelecida pela pesquisa para as indústrias foi a seguinte, Indústria de Caixarias, Indústria de Painéis Compensado e Indústria de Madeira Serrada. Foram realizadas visitas às indústrias, todo o seu processo de produção foi acompanhado e analisado. A coleta de dados foi através de inventário da produção das indústrias, no caso das indústrias de caixaria e painéis compensado os dados levantados foram referentes à produção mensal e na indústria de madeira serrada os dados obtidos representaram uma produção anual. Os dados foram organizados e em seguida analisados. Os rendimentos encontrados são equivalentes aos disponíveis em outros trabalhos, mas confirma a pouca valorização do setor florestal em nossa região. Os resultados encontrados foram: para a Indústria de Caixaria o rendimento de 57,99% e o resíduo de 42,01%, para a Indústria de Painéis Compensado o rendimento foi 51,54% e resíduo de 48,46% e para a Indústria de Madeira Serrada o rendimento de 38,43% e o resíduo 61,57%. Os resíduos gerados durante os processos foram costaneira, aparas, pó de serragem e roletes. Ainda em relação aos resíduos, é interessante destacar importância que as indústrias estão dando a este assunto, cada uma a sua maneira e conforme suas condições financeiras ou de logística os permitam, estão agregando valor ao que antes era descartado como lixo.

Palavra-chave: Caixaria, Painéis compensados, Madeira serrada, Resíduo.

Abstract

This work evaluated the wood processing since logging until the final product in three industrial segments in Amazonas being two in Manaus and one in Itacoatiara. The grading set was: box, plywood and saw timber industries being all processes analyzed. Data assessment was carried out through inventory; box and plywood industries had monthly data collection and saw timber had it yearly. Data were organized and then analyzed. Yield is the same of other works but confirms the low value of the forest segment in Amazonas region. The results were: box industry presented yield of 57, 93% and residue of 42, 07%; plywood presented yield of 51, 54% and residue of 48, 46% and saw timber had yield of 38, 43% and residue of 61, 57% respectively. The residues were slab, edgings, sawdust and cores. It is important to enlighten that industries have been searching ways to avoid wasting according to their financial and logistitical conditions.

Key-words: plywood, box, saw timber, residue.

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema demonstrativo dos beneficiamentos da madeira em produto acabado. ...26
Figura 2 – Chegada das toras por meio de transporte fluvial da Indústria de Caixaria.....27
Figura 3 – Armazenamento das toras no lago à frente da Indústria de Caixaria.....28
Figura 4 – Armazenamento das toras no Rio em frente à Indústria de Painéis Compensado..29
Figura 5 – Pátio de toras da Indústria de Madeira Serrada.....30
Figura 6 – Esquema de cubagem de uma tora por Smalian.....31
Figura 7 – Esquadrejamento da Tora na Indústria de Caixaria. 35
Figura 8 – Retirada de pranchas da tora em espessuras definidas na Indústria de Caixaria. ...36
Figura 9 – Corte de peças com largura definida das ripetas na Indústria de Caixaria.....36
Figura 10 – Retirada das ripetas com espessura final na Indústria de Caixaria. 37
Figura 11 – Padronização do comprimento das ripetas na Indústria de Caixaria. 37
Figura 12 – Corte de peças adicionais na Indústria de Caixaria.....38
Figura 13 – Laterais 1 (a) e 2 (b) na Indústria de Caixaria.....40
Figura 14 – Auxiliares 1 (a) e 2 (b) na Indústria de Caixaria.....40
Figura 15 – Modelo estrutural de uma chapa de painel compensado.....43
Figura 16 – Fluxograma da produção da Indústria de Painéis Compensado.....44
Figura 17 – Seccionamento das toras no pátio da Indústria de Painéis Compensado. 45
Figura 18 – Guincho transportador de toras na Indústria de Painéis Compensado.....45
Figura 19 – Torno Desenrolador na Indústria de Painéis Compensado. 46
Figura 20 – Esteira transportadora de resíduos da Indústria de Painéis Compensado. 47
Figura 21 – Lençol na Indústria de Painéis Compensado. 47
Figura 22 – Bobinas na Indústria de Painéis Compensado. 48
Figura 23 – Secador Industrial Contínuo na Indústria de Painéis Compensado. 49
Figura 24 – Guilhotinagem do lençol de lâminas no secador contínuo na Indústria de Painéis Compensado. 49
Figura 25 – Guilhotinagem do lençol de lâminas na Indústria de Painéis Compensado. 50
Figura 26 – Secador industrial manual na Indústria de Painéis Compensado.....51
Figura 27 – Processo de juntagem de lâminas na Indústria de Painéis Compensado. 51
Figura 28 – Coladeira na Indústria de Painéis Compensado.....52
Figura 29 – Montagem das chapas de compensado na Indústria de Painéis Compensado. 53
Figura 30 – Acabamento das chapas na Indústria de Painéis de Compensado. 53
Figura 31 – Prensa a Frio na Indústria de Painéis Compensado. 54
Figura 32 – Prensa a Quente na Indústria de Painéis Compensado.....55
Figura 33 – Esquadrejamento das chapas na Indústria de Painéis Compensado.....55
Figura 34 – Lixadeira na Indústria de painéis Compensado. 56
Figura 35 – Chapa de compensado acabadas na Indústria de Painéis Compensado. 56
Figura 36 – Produto acabado na Indústria de Painéis Compensado.....58
Figura 37 – Sobras do desenrolamento das toras na Indústria de Painéis Compensado. 61
Figura 38 – Triturador de resíduos da Indústria de Painéis Compensado.....62
Figura 39 – Roletes no pátio da Indústria de Painéis Compensado.....62
Figura 40 – Roletes cortados para venda e queima na Indústria de Painéis Compensado.....63
Figura 41 – Resíduos gerados pela Indústria de Caixarias.....64

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Percentual das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Caixaria. 39
Gráfico 2 – Percentual das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Painéis Compensado. 57
Gráfico 3 – Percentual das espécies levantadas no inventário anual da Indústria de Madeira Serrada 59

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Lista das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Caixaria. 32
Tabela 2 – Lista das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Painéis Compensado. 32
Tabela 3 – Lista das espécies levantadas no inventário anual da Indústria de Madeira Serrada. 33
Tabela 4 – Dimensões das peças que compõem as laterais e acessórios das Caixarias 38
Tabela 5 – Lista de Produtos da Indústria de Caixaria. 39
Tabela 6 – Volume (m3) da Lateral 1 da Indústria de Caixaria. 40
Tabela 7 – Volume (m3) da Lateral 2 da Indústria de Caixaria. 41
Tabela 8 – Volume (m3) da Auxiliar 1 da Indústria de Caixaria. 41
Tabela 9 – Volume (m3) da Auxiliar 2 da Indústria de Caixaria. 41
Tabela 10 – Lista de Produtos da Indústria de Painéis Compensado. 57
Tabela 11 – Lista de Produtos da Indústria de Madeira Serrada. 60

Sumário

1 INTRODUÇÃO 13

2 OBJETIVO 15

2.1 GERAL 15
2.2 ESPECÍFICOS 15

3 REVISÃO DE LITERATURA 16

3.1 AMAZÔNIA 16
3.2 INDUSTRIALIZAÇÃO 18
3.3 RENDIMENTO 21
3.4 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS 22

4 MATERIAIS E MÉTODOS 26

4.1 ÁREA DE ESTUDO 27
4.1.1 Indústria de Caixaria 27
4.1.2 Indústria de Painéis Compensado 28
4.1.3 Indústria de Madeira Serrada 29
4.2 COLETA DOS DADOS 30
4.2.1 Indústria de Caixaria 31
4.2.2 Indústria de Painéis Compensado 32
4.2.3 Indústria de Madeira Serrada 32
4.3 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS DADOS 34

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 35

5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO 35
5.4.1 Indústria de Caixaria 35
5.4.2 Indústria de Painéis Compensado 43
5.4.2.1 Preparação das Toras 45
5.4.2.2 Obtenção das Lâminas 46
5.4.2.3 Secagem e Guilhotinagem das Lâminas 48
5.4.2.4 Juntagem das Lâminas 51
5.4.2.5 Colagem das Lâminas 52
5.4.2.6 Montagem das Chapas 52
5.4.2.7 Correção na Face das Chapas 53
5.4.2.8 Prensagem das Chapas 54
5.4.2.9 Esquadrejamento das Chapas 55
5.4.2.10 Lixamento das Chapas 56
5.4.3 Indústria de Madeira Serrada 59
5.4 DESTINO DOS RESÍDUOS 61

6 CONCLUSÕES 65

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

1 INTRODUÇÃO

É do conhecimento de todos, a diversidade da Floresta Amazônica, por isso há necessidade em se conhecer o potencial madeireiro desta floresta, pois as indústrias madeireiras direcionaram a exploração para algumas espécies, por alguns motivos, dentre os quais pode-se destacar o mercado consumidor, é basicamente dele a palavra final em relação às espécies preferidas para o produto acabado.

Nos últimos vinte anos, a Amazônia tornou-se a principal região produtora de madeira do Brasil (Revista da Madeira, 2003).

A vantagem de se utilizar produtos derivados da madeira é que a matéria-prima é renovável, disponível em abundância, e grande variedade de espécies com características específicas para determinar sua utilização após o beneficiamento (Pfiel, 1989).

Dentre os produtos derivados da madeira o painel compensado tem destaque por possuir vantagens sobre os outros produtos: asseguram características da madeira sólida, são produtos confeccionados com dimensões variadas, agregam valores ao que poderia ser considerado resíduo, o miolo das chapas de compensado é produzido a partir de lâminas com qualidade inferior. Confeccionam painéis de compensado o mais homogêneo possível e de ótima qualidade, já que neste tipo de processo de produção podem se eliminados defeitos como, nós, desvios da grã e medulas (Pfiel, 1989).

A madeira desdobrada é transformada em vários produtos e durante este processo de transformação também é gerada uma quantidade grande de resíduos.

Segundo ALVES (2000), os processos de conversão de madeira em tora em madeira serrada envolvem tipos de perdas de madeira, representando uma considerável percentagem do volume inicial da matéria-prima.

Ainda segundo estudos de ALVES (2000), essa quantidade de resíduos pode ser reduzida se as toras apresentarem uma boa qualidade, desta forma pode-se afirmar que a qualidade das toras é fator importante no rendimento da produção. Quanto melhor for a qualidade das toras maior será o rendimento e consequentemente o produto terá qualidade superior.

Toras com qualidade superior significam um custo maior na aquisição, mas esse custo pode ser revertido em produtos bem mais pagos pelo mercado consumidor em função da sua qualidade.

A qualidade das toras está presa a fatores que antecedem a sua presença na serraria, como os tratos silviculturais, técnicas de abate, transporte das toras e armazenamento (Revista da Madeira, 2003).

O aumento do rendimento e conseqüentemente do aproveitamento da madeira em tora que entra nas indústrias para serem beneficiadas depende de melhorias nas técnicas de desdobro e também de um melhor aproveitamento dos resíduos (Alves, 2000).

Todos os investimentos tecnológicos ou de pessoal para as indústrias do segmento madeireiro devem ser precedido de estudos que indiquem a real situação das indústrias, nos caso das indústrias visitadas o objeto de estudo foi a quantidade de produto acabado e a geração de resíduos, ambos em m^3, com isso a realização desse trabalho será apenas o começo de uma iniciativa promissora.

2 OBJETIVO

2.1 Geral

Avaliar os processos de beneficiamento em indústria de transformação de madeira desde a tora até o produto acabado.

2.2 Específicos

Identificar e caracterizar os diferentes segmentos de indústrias de beneficiamento;

Avaliar os processos de beneficiamento em três segmentos da indústria;

Identificar produtos e os resíduos gerados;

Quantificar em % o rendimento e o resíduo gerado ao término dos processos de beneficiamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Amazônia

A Amazônia é caracterizada por grandes extensões de florestas densas, com uma grande diversidade florística, grande biomassa, genericamente denominada de floresta tropical úmida ou floresta tropical pluvial. Esta floresta é comumente conhecida como Hiléia, segundo a denominaram Von Humboldt e Bonpland no início do século 19. No entanto, as formações vegetais da Amazônia são muito mais variadas do que esta generalização sugere (Shubart *et al* 1983).

Segundo dados do IBAMA (2006), em território nacional os ecossistemas amazônicos ocupam uma superfície de 368.989.221 ha, abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e uma pequena parte dos estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins.

A Amazônia é reconhecida como sendo a maior floresta tropical existente, o equivalente a ⅓ das reservas de florestas tropicais úmidas, o maior banco genético do planeta, contém $^{1}/_{5}$ da disponibilidade mundial de água doce e ainda um patrimônio mineral não mensurável (IBAMA, 2006).

A floresta amazônica é um ecossistema auto-sustentável. Existe um delicado equilíbrio nas relações das populações biológicas que são sensíveis a interferências antrópicas (IBAMA, 2006).

A floresta, apesar de ser a característica mais marcante da Amazônia, não esconde a grande variedade de ecossistemas, dentre os quais se destacam: matas de terra firme, florestas inundadas, várzeas, igapós, campos abertos e cerrados. Consequentemente, a Amazônia abriga uma infinidade de espécies vegetais e animais: 1,5 milhão de espécies vegetais

catalogadas, 3 mil espécies de peixes, 950 tipos de pássaros e ainda insetos, répteis, anfíbios e mamíferos (IBAMA, 2006).

Segundo LENTINI *et al* (2003), a maioria (72%) da madeira extraída na Amazônia é oriunda de áreas de terceiros (terras privadas tituladas, privadas em disputa ou devolutas), enquanto apenas 28% provêm de áreas declaradamente próprias.

A atividade madeireira é um dos principais usos da terra na Amazônia, gerando anualmente uma renda bruta de US$ 2,5 bilhões, gerando ainda cerca de 350 milhões de empregos diretos e indiretos (Lentini *et al,* 2003).

De acordo com GERWING *et al* (2000), durante os últimos vinte e cinco anos, a Amazônia tem se tornado a maior região produtora de madeira processada do Brasil.

Segundo Veríssimo *et al* (1992), citado por GERWING *et al* (2000), em 1970, na região de Paragominas o número de empresas madeireiras aumentou de 2, com produção total de madeira processada de 8600 m^3, para 238 empresas, com uma produção de mais de 1,2 milhão de m^3 em 1990.

Em estudo realizado por LENTINI *et al* (2003), a Amazônia Legal abrigava 833 serrarias circulares em 1998. Estas serrarias estavam localizadas principalmente no estuário amazônico (71%) – nos furos e tributários dos rios Amazonas, Xingu e Tocantins. Essas processadoras familiares consumiam conjuntamente apenas 1,3 milhão de m^3 de madeira em toras (5% da produção da Amazônia), gerando 6,3 mil empregos diretos.

Nos últimos 30 anos, 15% da Amazônia Brasileira, foram completamente destruídos. A área maior que o território da França, corresponde a mais de 590 mil quilômetros quadrados. Por trás desta destruição está o crescimento dramático da atividade madeireira ilegal e predatória. Em 1970, a Amazônia era responsável por apenas 12% da produção de madeira tropical do Brasil. Hoje, já chega a 90% da produção de madeira tropical, estimada em 30 milhões de m^3/ano (Ministério do Meio Ambiente, 2001).

LENTINI *et al* (2003), realizou estudo na Amazônia Legal e constatou que o setor madeireiro era constituído por 2.570 empresas distribuídas em 72 centros de processamento (pólos madeireiros), os quais consumiram em 1998 cerca de 28,3 milhões de m^3 de madeira em tora, com uma produção equivalente a 78% de madeira nativa extraída por ano no Brasil, inclusive lenha e carvão.

Ainda segundo LENTINI *et al* (2003), as madeireiras produziram cerca de 10,8 milhões de m^3 de madeira processada, a maioria, 68%, da produção foram de madeira serrada, enquanto as lâminas e os compensados representaram 21% e a madeira beneficiada em portas, janelas, pisos, forros, lambris e etc totalizaram 11%.

ADÁRIO *et al* (1999), em relatório ao Greenpeace, relata que seis empresas exportadoras de compensado e laminado do Amazonas foram responsáveis por 86,7% do valor total das exportações de madeira do Estado pelos portos de Manaus e Itacoatiara em 1988, essas empresas consumiram 69,3% da madeira extraída no estado no mesmo ano.

Segundo PONCE (1995), a participação brasileira no mercado mundial de madeira serrada é muito pequena. De um total de 92 milhões de m^3 comercializados internacionalmente em 1987, o Brasil participou com 526 mil m^3, cerca de 0,5%. Esses dados indicam que a indústria madeireira nacional é pouco competitiva. As causas prováveis dessa falta de competitividade são: as características da floresta e da ecologia amazônica, principal fonte atual de matéria-prima florestal do país. A floresta é extremamente heterogênea, o clima é adverso à exploração florestal durante boa parte do ano; além disso, a infra-estrutura da região é deficiente, dificultando o transporte e a produção e encarecendo os produtos.

3.2 Industrialização

A madeira é um dos primeiros materiais usados pelo homem através dos tempos, na construção de suas habitações e de seus primeiros equipamentos de transporte. De madeira

foram os primeiros barcos, carros e trenós; e as primeiras armas, o arco, a flecha. Há não muitos anos os automóveis e caminhões ainda tinham muitos componentes de madeira assim como os vagões, os barcos e os aviões. Atualmente a madeira tem sido substituída em muitos usos pelo aço, pelo alumínio e por suas ligas e pelos plásticos. No entanto, é, e continuará sendo um material intensa e extensivamente usado, principalmente pelos países mais desenvolvidos tecnológica e economicamente (Ponce, 1995).

À medida que a humanidade avançou, a madeira foi sendo cada vez mais estudada e compreendida, o que foi dando a ela usos mais adequados e nobres. Nos dias de hoje, pode-se dizer que a madeira atingiu um elevado padrão de utilização, o que é compatível com o seu valor. Em função do avanço das técnicas de utilização, a madeira é hoje matéria-prima para grande variedade de produtos como: laminados, compensados, chapas de madeiras aglomeradas, chapas de fibras, resinas, açúcares, taninos, celulose, papel, energia e madeira serrada (Rocha, 2000).

As lâminas de madeira são bastante utilizadas, principalmente na fabricação compensados e revestimento, porém este produto data de tempos remotos da civilização. Baseado em conhecimentos históricos recentes, foi possível afirmar que a primeira lâmina de madeira foi produzida no Antigo Egito, aproximadamente a 3000 a.C. Eram peças pequenas, de madeiras valiosas, destinadas à confecção de mobílias luxuosas que pertenciam ao reis e príncipes (www.lammy.com.br) 2006.

O perfeito controle do conteúdo de umidade nas lâminas é muito importante para a produção do compensado. Assim, a necessidade e importância da secagem são vitais no processo de industrialização. As exigências quanto ao teor de umidade das lâminas variam, dependendo do tipo de compensado em questão. Altos teores de umidade geralmente resultam em colagens pobres, pela formação de bolhas de vapor durante a prensagem a quente. Baixos teores de umidade também causam problemas na colagem (Silva *et al,* 1998).

A fabricação de compensado no Brasil já tem cerca de oitenta anos, começou com a madeira do pinheiro do Paraná existente nas florestas naturais da época, localizadas principalmente no sul do país, depois da expansão da agricultura e da excessiva derrubada dos pinheiros, as reservas dessas árvores foram diminuindo gradualmente fazendo com que, nos anos sessenta a indústria de compensado começasse a mudar para o norte, região amazônica REVISTA DA MADEIRA (2006).

A produção brasileira de painéis de madeira em 1996 foi aproximadamente 3,4 milhões de m^3, representando 2,2% da produção mundial, sendo que 50% dos painéis produzidos são do tipo compensado (Tomaselli & Delespinasse, 1997).

A grande maioria (86%) da produção madeireira destina-se ao mercado nacional, enquanto 14% são exportados, entretanto o valor das exportações teve um aumento expressivo no período de 1998 a 2002, com participação crescente de produtos beneficiados. Em 1998, a Amazônia exportou US$ 379 milhões, valor que subiu para US$ 513 milhões em 2002 (Lentini *et al,* 2003).

O setor produtivo de madeira e derivados na Amazônia em geral enfrenta enormes dificuldades para tornar seus produtos competitivos no mercado, que está cada vez mais globalizado. Problemas como parque tecnológico defasado, seletividade de espécies florestais, mão-de-obra desqualificada e empresas em sua maioria descapitalizadas são recorrentes, e novos desafios são gerados à medida que o setor produtivo é mais exigido pelo mercado (Barbosa *et al,* 2001).

A indústria de madeira serrada tem características adequadas às condições econômicas e sociais do Brasil: necessita investimentos relativamente baixos, mão-de-obra com pouco treinamento, e pode alimentar a indústria moveleira com grande potencial exportador e absorvedor de mão-de-obra (Ponce, 1995).

A extração de madeira na Amazônia em escala comercial ganhou impulso nas últimas três décadas. Os estudos técnico-científicos relacionados ao sistema produtivo também são relativamente recentes, tendo sido iniciados na década de 1950, existindo, ainda, uma grande lacuna de conhecimentos. Essas pesquisas necessitam ser definidas e estabelecidas com base em critérios que priorizem essas demandas, para evitar desperdício de recursos florestais (público ou privado) e de esforço humano, com benefícios ao setor produtivo e consumidor. Esses critérios de priorização, por sua vez, devem considerar fatores não somente econômicos, mas também sociais e ambientais (Figueiredo *et al,* 2001).

3.3 Rendimento

A conversão de madeira em toras em produto beneficiado é o processo onde peças de seção elípticas são transformadas em peças de dimensões definidas de acordo com o produto desejado. Esse processo permite um melhor aproveitamento da madeira, agregando valor ao produto desejado a outros oriundos do mesmo processo (Revista da Madeira, 2003).

As indústrias primárias de beneficiamento de madeira procuram produzir com o rendimento ao máximo, a fim de obter uma maior rentabilidade no final do processo (Revista da Madeira, 2003).

De acordo com REVISTA DA MADEIRA (2003), o rendimento na indústria de beneficiamento de madeira em tora em produto acabado é afetado pela interação de diversos fatores, que pode ser observado a seguir.

Fatores inerentes à matéria-prima:

- Diâmetro;
- Conicidade;
- Qualidade.

Fatores inerentes ao equipamento utilizado no beneficiamento:

- Vida útil;

- Condições de funcionamento;

- Manutenção.

Fatores inerentes ao produto desejado:

- Classificação;

- Dimensões;

- Aproveitamento de peças para produção de produtos secundários.

Fatores inerentes ao operador:

- Condição física e emocional;

- Qualificação;

- Condições de trabalho.

Segundo GERWING *et al* (2000), a eficiência no desdobro das toras em produtos (madeira serrada, lâminas, compensados e etc.) pode afetar significativamente a área de floresta necessária para satisfazer a demanda por madeira processada.

STEELE (1984), citado por ALVES (2000), também destaca alguns fatores que influenciam diretamente no rendimento, diâmetro, comprimento, conicidade e qualidade das toras, espessura da serra, variação da serra, gama de produtos, qualificação da mão de obra, tempo de funcionamento e manutenção dos equipamentos e técnicas de desdobro.

3.4 Destinação dos Resíduos

Segundo informações dos responsáveis pelos setores de produção das indústrias visitadas que beneficiam madeira o maior problema é a grande quantidade de resíduos resultantes dos processos de transformação, em média 50% da matéria-prima se transforma em resíduo.

Segundo BARBOSA *et al* (2001), regiões tradicionalmente exploradoras de madeiras, como é o caso da Amazônia, enfrentam sérios problemas com relação ao aproveitamento de resíduos florestais e madeireiros, gerados pelo processamento inadequado da indústria florestal.

Para BRAND *et al* (2002), na indústria de transformação da madeira, quase metade da matéria-prima torna-se resíduo na forma de casca, aparas, costaneiras, refilos, destopos, cavacos ou uma mistura destes e este resíduo ou é utilizado para a geração de energia térmica na própria indústria ou fica armazenado sem nenhuma destinação, causando poluição ambiental e ocupando um espaço físico que poderia ter melhor aproveitamento.

De acordo com GUERRA (1983), as indústrias sempre se instalavam próximas de rios, com isso aproveitavam melhor a madeira, já que quando úmida e/ou verde fica mais fácil a trabalhabilidade.

Segundo conversa com os responsáveis pelos setores de produção, uma prática muito executada era o despejo desses resíduos nas proximidades dos rios onde as indústrias geralmente eram instaladas, atualmente essa prática vem sendo abolida, seja pela intervenção de órgãos ambientais, que intensificaram suas fiscalizações e autuações, ou pela possibilidade de se agregar valores ao que antes era lixo.

A prática de se aproveitar os resíduos é nova, e ainda é muito cara. O aproveitamento pode ser feito pela própria indústria ou por terceiros.

Diferente do rendimento, que é o produto acabado ao final do processo de beneficiamento, existe o aproveitamento que segundo GUERRA (1983), é tudo que se aproveita economicamente da tora, podendo chegar, inclusive, a 100% se todos os resíduos forem devidamente aproveitados.

A biomassa florestal (lenha) tem sido uma importante fonte de energia. Estimativas apontam que cerca de 20% da energia utilizada no mundo provém de fontes renováveis, sendo

que de 13 a 14% são oriundos da biomassa, considerada a maior fonte de energia nos países em desenvolvimento (Hall *et al* 2000).

Considerando-se somente a biomassa oriunda da madeira, tanto de florestas energéticas como dos resíduos de transformação industrial, com certeza o suprimento desta fonte energética seria suficiente para garantir o fornecimento de energia sem problemas de sazonalidade (Brand *et al* 2002).

Ainda segundo BRAND *et al* (2002), é necessária a realização prévia de estudos regionais, abrangendo a determinação da demanda de energia de fontes renováveis; da disponibilidade destes resíduos para fins energéticos; de estabelecimentos de especificações para os resíduos (qualificação dos resíduos); do local de produção do resíduo e onde este será utilizado para energia; das legislações vigentes sobre o assunto; dos métodos e equipamentos disponíveis para a transformação do resíduo em energia; e outros fatores como incentivos governamentais para a atividade, interesse da comunidade empresarial, levantamento dos custos da utilização dos resíduos.

Em 1993, foram consumidos no Brasil cerca de 282 milhões de m^3 de biomassa florestal, dos quais 238 milhões de m^3 (85%) foram consumidos para a produção de energia (Arruda, 1996; Lima & Bajay, 2000), comprovando assim a importância da biomassa florestal como insumo energético.

Com isso, sobretudo os resíduos das serrarias, podem ser um potencial energético promissor, por ser uma fonte alternativa e renovável de energia disponível, uma vez que, ainda, constituem em um problema ambiental a ser adequadamente solucionado. Portanto a sua utilização na geração de energia é conveniente e necessária para o segmento das serrarias e para a sociedade em geral, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais.

O potencial de uso dessa enorme quantidade de resíduos vem sendo subestimado pela indústria madeireira regional, que consiste de uma fonte potencial de matéria-prima básica

para numeras aplicações, tais como em pequenos objetos de madeira (POM), móveis rústicos, produção de chapas e geração de energia, dentre os mais significativos. A manufatura de POM's é uma forma eficaz de utilização dos resíduos de madeira. Para este processamento não há necessidade de instalação de maquinário específico, pois as máquinas e mão-de-obra já existentes nas indústrias são suficientes para a confecção desses pequenos objetos (Barbosa *et alI* 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Sabendo que o rendimento das indústrias madeireiras não alcança em média 50%, ao final da produção, segundo informações dos responsáveis pelo setor de produção das indústrias visitadas. Através de inventário de produção foram solicitadas as informações dos três segmentos de indústrias, Madebriq – Madeiras e Briquetes Ltda, Compensados da Amazônia CIA e Madeireira Itacoatiara Ltda – MIL, fabricantes de caixarias, painéis compensado e madeira serrada, respectivamente, como pode ser observado na figura 1. Com os dados gerados, a partir dos inventários, foi possível saber, em metros cúbicos a matéria-prima destinada à produção e quanto em produto acabado a matéria-prima foi transformada.

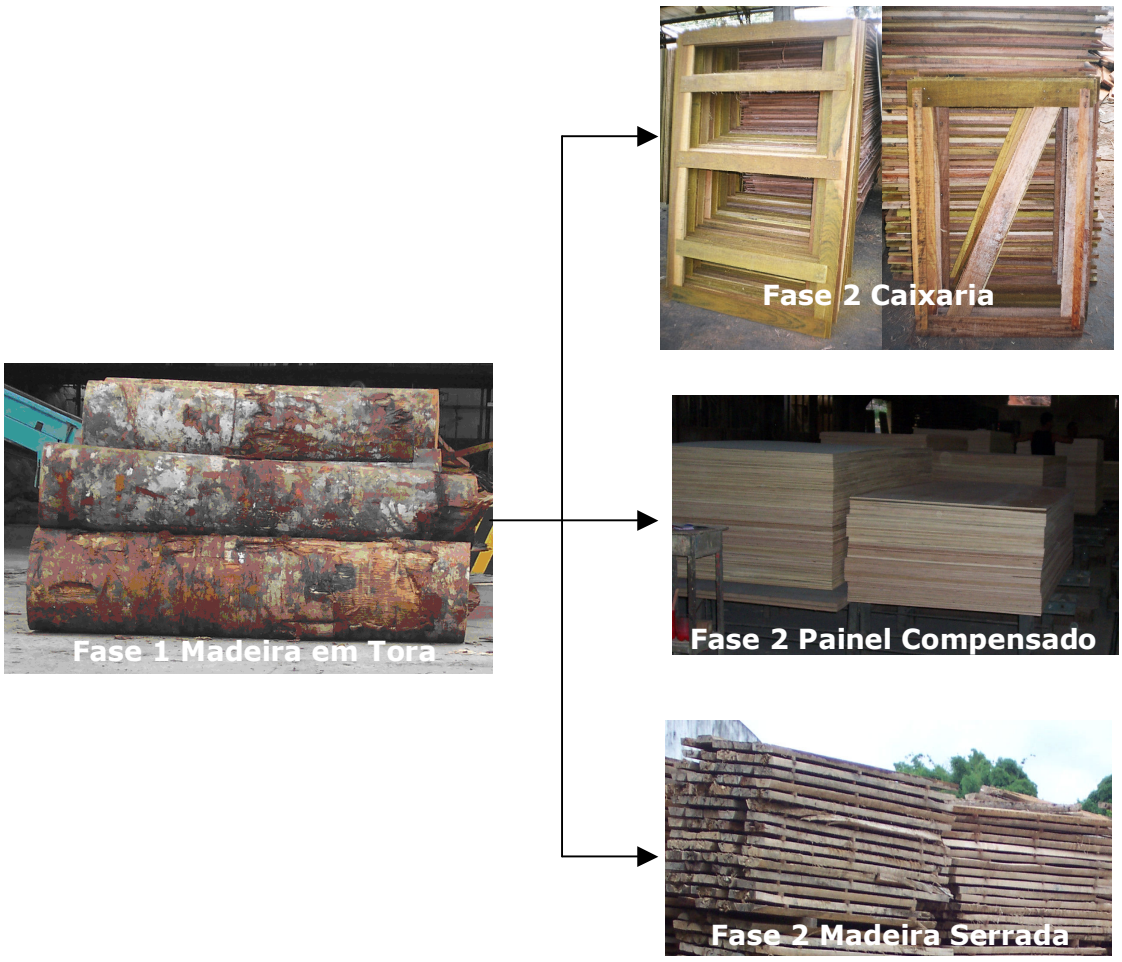


Figura 1 – Esquema demonstrativo dos beneficiamentos da madeira em produto acabado.

4.1 Área de Estudo

4.1.1 Indústria de Caixaria

A Indústria está localizada no Bairro da Colônia Antônio Aleixo, tem sua atividade voltada para confecção de caixarias, destinadas à embalagens de motos para uma indústria do pólo de duas rodas de Manaus.

As toras de madeira chegam à empresa por meio fluvial e terrestre (o transporte é influenciado diretamente pelas épocas de cheias e secas ocorridas na região). A figura 2 mostra o desembarque das toras de uma balsa na indústria em época de cheia.



Figura 2 – Chegada das toras por meio de transporte fluvial da Indústria de Caixaria.

Toda a matéria-prima da indústria é oriunda da MIL – Madeireira Itacoatiara Ltda, localizada em Itacoatiara-AM e certificada com o selo verde, Forest Stewardship Council – SFC.

O armazenamento das toras é no próprio lago, em frente à indústria, figura 3, até entrarem no processo de produção.



Figura 3 – Armazenamento das toras no lago à frente da Indústria de Caixaria.

4.1.2 Indústria de Painéis Compensado

A Indústria está localizada no Bairro do Santo Antônio, sua atividade é voltada para produção de chapas de painéis compensado.

Seu produto é basicamente todo para o mercado exterior, é uma empresa que possuem produtos certificados, de acordo com normas internacionais.

As toras de madeiras chegam à indústria em jangadas, ficam armazenadas no rio à frente da indústria, pode-se observar na figura 4, até entrarem no processo de produção.

Armazenar as toras no rio e em lagos é um procedimento normal e muitas vezes econômico para a maioria das indústrias madeireiras localizadas ao longo dos rios da região.

De acordo com informações cedidas pela indústria a matéria-prima é adquirida de terceiros, oriunda do Alto Solimões.



Figura 4 – Armazenamento das toras no Rio em frente à Indústria de Painéis Compensado.

4.1.3 Indústria de Madeira Serrada

A Indústria está localizada na AM-010, distante de Manaus 227 km, no município de Itacoatiara – AM, sua atividade é voltada, principalmente, para produção de madeira serrada, este produto é praticamente todo para o mercado consumidor externo internacional, principalmente para os Estados Unidos e Europa.

As toras de madeira são oriundas das áreas de Manejo Florestal da própria indústria, localizadas no município de Itacoatiara.

As toras ficam no pátio da indústria até o início do processo de produção (Figura 5).

A indústria possui selo verde na matéria-prima e no produto.



Figura 5 – Pátio de toras da Indústria de Madeira Serrada.

4.2 Coleta dos Dados

A coleta de dados foi através de visitas técnicas às indústrias selecionadas, de acordo com o produto fabricado, onde o processo produtivo foi acompanhado para posteriormente ser analisado. Em seguida para as três indústrias, foram solicitados inventários da produção junto aos responsáveis pelo setor de produção, com o objetivo de quantificar o volume em m^3 de madeira em tora que foi processada e o volume em m^3 de produto beneficiado, com isso foi possível obter o volume em m^3 de resíduos gerados durante os diferentes tipos de beneficiamento da madeira.

Nos três segmentos o volume das toras é estimado por cubagem, Método de Smalian (Figura 6), utilizando a equação a seguir.

$$\upsilon = \left(\frac{g\,1 + g\,2}{2} \right) \ell$$

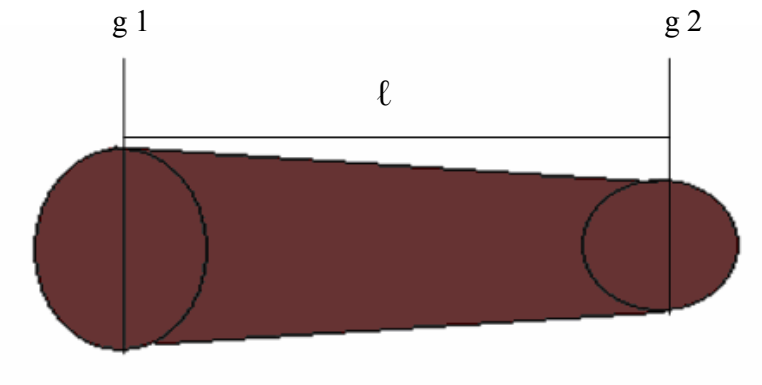


Figura 6 – Esquema de cubagem de uma tora por Smalian.
Fonte: Machado, 2003.

Em que:

υ = volume médio da tora

g 1 = área transversal na base da tora

g 2 = área transversal no topo da tora

ℓ = comprimento da tora

4.2.1 Indústria de Caixaria

Dentre as várias espécies utilizadas neste segmento, no inventário mensal disponibilizado pela indústria, pode-se observar o uso das espécies listadas na Tabela 1. Para cada uma das espécies foi levantada a quantidade de toras e quanto isso representou em m^3 de matéria-prima para ser processada pela indústria e transformada em produto acabado.

Espécie	Toras Utilizadas (unid)	Volume Total (m^3)
Copaíba (***Copaifera multijuga***)	150	144,00
Jacareúba (***Colophyllum brasiliense***)	150	144,00
Angelim (***Dinizia excelsa***)	23	22,08
Tauari (***Cariniana micrantha***)	200	192,00
Arapari (***Macrolobium acaciifolium***)	100	96,00
Louro (***Laurus nobilis***)	120	115,20
Sucupira (***Andira micrantha***)	23	22,08
Fava (***Vatairea spp.***)	50	48,00
Piquiá (***Caryocar villosum***)	120	115,20
Total	**936**	**898,56**

Tabela 1 – Lista das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Caixaria.

Fonte: Dados da empresa.

4.2.2 Indústria de Painéis Compensado

As principais espécies utilizadas na Indústria de painéis compensado, segundo o inventário mensal levantado são as listadas na Tabela 2.

Espécie	Toras Utilizadas (unid)	Volume Total (m^3)
Sumaúma (***Ceiba pentandra***)	165	445,69
Muiratinga (***Naucleopsis caloneura***)	180	375,62
Copaíba (***Copaifera multijuga***)	43	72,72
Virola (***Virola surinamensis***)	140	221,18
Assacu (***Hura creptans***)	59	147,66
Macacarecuia (***Couripta guianensis***)	79	119,44
Paricarana (***Parkia multijuga***)	12	19,88
Castanharana (***Lecythis prancei***)	1.220	2.196,76
Total	**1.898**	**3.598,95**

Tabela 2 – Lista das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Painéis Compensado.

Fonte: Dados da indústria.

4.2.3 Indústria de Madeira Serrada

Na tabela, consta o inventário anual das espécies utilizadas fornecido pela indústria.

Espécie	Volume Total (m^3)
Amapá (***Brosimum parinarioides***)	5.235,09
Angelim da Campina (***Andira spp.***)	83,72
Angelim Fava (***Hymenolobium exceisum***)	244,99
Angelim Pedra (***Hymenolobium heterocarpum***)	2.995,67
Angelim Rajado (***Hymenolobium racemosum***)	28,57
Angelim Vermelho (***Dinizia excelsa***)	4.338,08
Arurá Branco (***Osteophloeum platyspermum***)	1.338,32
Arurá Vermelho (***Iryanthera grandis***)	4.531,69
Breu Branco (***Protium spp.***)	253,77
Breu Vermelho (***Protium altosonii.***)	2.375,01
Cardeiro (***Scleronema micranthum***)	2.583,46
Castanha Sapucaia (***Lecythis spp.***)	1.695,28
Cumarú (***Dipteryx odorata***)	2.318,52
Cupiúba (***Goupia glabra***)	1.704,47
Fava (***Vatairea spp.***)	474,65
Guariúba (***Clarisia racemosa***)	1.153,66
Ipê (***Tabebuia sarratifolia***)	74,70
Jacareúba (***Calophyllum brasiliense***)	197,25
Jarana (***Lecythis poiteuai***)	846,18
Jatobá (***Hymenaea spp.***)	1.473,11
Louro Amarelo (***Licaria spp.***)	594,13
Louro Faia (***Roupala montana***)	425,17
Louro Gamela (***Ocotea rubra***)	14.578,27
Louro Itaúba (***Mezilaurus itauba***)	5.760,40
Louro Preto (***Ocotea rubra***)	3.405,44
Mandioqueira (***Qualea paraensis***)	1.330,05
Marupá (***Simarouba amara aube***)	85,39
Massaranduba (***Manilkara huberi***)	12.236,65
Muiracatiara (***Astronium lecontei***)	509,13
Muirapiranga (***Brosimum rubescens***)	307,70
Piquiá (***Caryocar villosum***)	2.830,76
Piquiá Marfim (***Aspidosperma desmanthum***)	930,68
Piquiarana (***Caryocar glabrum***)	1.821,02
Sucupira Amarela (***Entherolobium shomburgkii***)	1.073,98
Sucupira Preta (***Diplotropis tribola***)	157,61
Sucupira Vermelha (***Andira unifoliata***)	1.268,42
Tachi (***Sclerobium paraensis***)	887,37
Tanibu (***Buchenavia spp.***)	271,99
Tauari Branco (***Couratari stellata***)	249,16
Tauari Vermelho (***Cariniana micrantha***)	1.394,48
Uchi Torrado (***Endopleura uchi***)	290,40
Ucuúba (***Virola caducifolia***)	147,88
Violeta (***Peltogyne catingae***)	223,73
Total (m^3)	84.725,97

Tabela 3 – Lista das espécies levantadas no inventário anual da Indústria de Madeira Serrada.

Fonte: Dados da indústria.

4.3 Análise Quantitativa dos Dados

Com o objetivo avaliar os diferentes processos de beneficiamento das toras de madeira em produto acabado, foi feito uma descrição dos processos produtivos das indústrias e análise dos inventários de suas produções, desta forma foi possível estabelecer diferentes valores de rendimento e de resíduos gerados nos diferentes processos.

O rendimento do desdobro foi obtido pela razão entre o volume de madeira serrada (m^3) e o volume de madeira em tora (m^3), com base em OLIVEIRA *et al* (2003).

$$R = \left(\frac{MS}{MT} \right) . 100$$

Em que:

R = rendimento (%)

MS = madeira serrada (produto acabado)

MT = madeira em tora (matéria-prima)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição do Processo Produtivo

5.4.1 Indústria de Caixaria

Em todas as máquinas usadas nas indústrias foi feita uma avaliação visual dos resíduos gerados para cada etapa do processo.

As toras processadas na serra fita variam de 3 a 4 metros.

Nesta etapa as toras foram esquadrejadas (Figura 7) transformado-se em prancha com tamanhos diferentes (Figura 8) com espessura definida para a próxima etapa. Os resíduos gerados nesta etapa são costaneiras (cascas) e pó de serragem.



Figura 7 – Esquadrejamento da Tora na Indústria de Caixaria.



Figura 8 – Retirada de pranchas da tora em espessuras definidas na Indústria de Caixaria.

A figura 9 (**a** e **b**) mostra o momento em que as pranchas são subtraídas, processadas para obter largura de 0,095 m, sendo denominada de ripeta.

Na serra fita o resíduo gerado é o pó de serragem e eventualmente aparas das laterais das pranchas.



(a)



(b)

Figura 9 – Corte de peças com largura definida das ripetas na Indústria de Caixaria.

A figura 10 (**a** e **b**) mostra o momento em que as ripetas passam a ter a espessura final de 0,010 m. As peças foram subtraídas e estão semi prontas para a confecção das laterais que compõem as caixarias.


(a)

(b)

Figura 10 – Retirada das ripetas com espessura final na Indústria de Caixaria.

Está é a etapa final para da produção das ripetas. Nas etapas anteriores a largura e espessura das ripetas foram definidas, a figura 11 (**a** e **b**) mostra o momento em que o comprimento das ripetas é definido. Todas as ripetas estão prontas para a confecção das laterais que compõem as caixarias.

O resíduo gerado é o pó de serragem, aparas e sobras, dependendo do tamanho e da qualidade da peça.


(a)

(b)

Figura 11 – Padronização do comprimento das ripetas na Indústria de Caixaria.

Nesta etapa da produção outras peças adicionais que farão parte das laterais da caixaria para embalagem são confeccionadas, a figura 12 (**a** e **b**) mostra o momento do destopamento das peças. Ao final desta etapa todas as peças estão prontas para a montagem.

Os equipamentos utilizados nesta etapa são serras fita e destopadeira e os resíduos gerados são aparas e o pó de serragem.


(a)

(b)

Figura 12 – Corte de peças adicionais na Indústria de Caixaria.

Na tabela 4, estão denominadas as peças durante o processo.

As dimensões foram informadas pelo responsável do setor de produção da indústria e conferidas suas medidas através de fita métrica para posteriormente ser obtido o volume individual das peças através da multiplicação de suas dimensões.

Peça		Comprimento (m)	Largura (m)	Espessura (m)
Lateral 1	A	1,65	0,095	0,010
	B	0,86	0,095	0,010
	C	0,98	0,095	0,010
	D	0,96	0,095	0,010
Lateral 2	A	1,05	0,095	0,010
	B	0,71	0,095	0,010
	C	0,86	0,095	0,010
	D	0,98	0,035	0,025
	E	1,12	0,095	0,010
Auxiliar 1	A	0,68	0,035	0,025
	B	0,25	0,045	0,045
Auxiliar 2	A	0,35	0,095	0,010
	B	0,61	0,035	0,025
Travessa 010	A	0,70	0,070	0,035
Travessa Auxiliar	A	0,70	0,070	0,025

Tabela 4 – Dimensões das peças que compõem as laterais e acessórios das Caixarias

Fonte: Dados da indústria.

O gráfico 1 mostra o percentual apresentado por espécie levantada no inventário mensal da indústria.

Pode-se observar que as espécies mais representativas na ocasião foram tauari, jacareúba, copaíba, piquiá e louro, com 22%, 16%, 16%, 13% e 13% respectivamente, tendo uma menor representação a sucupira e o angelim, com 2% cada.

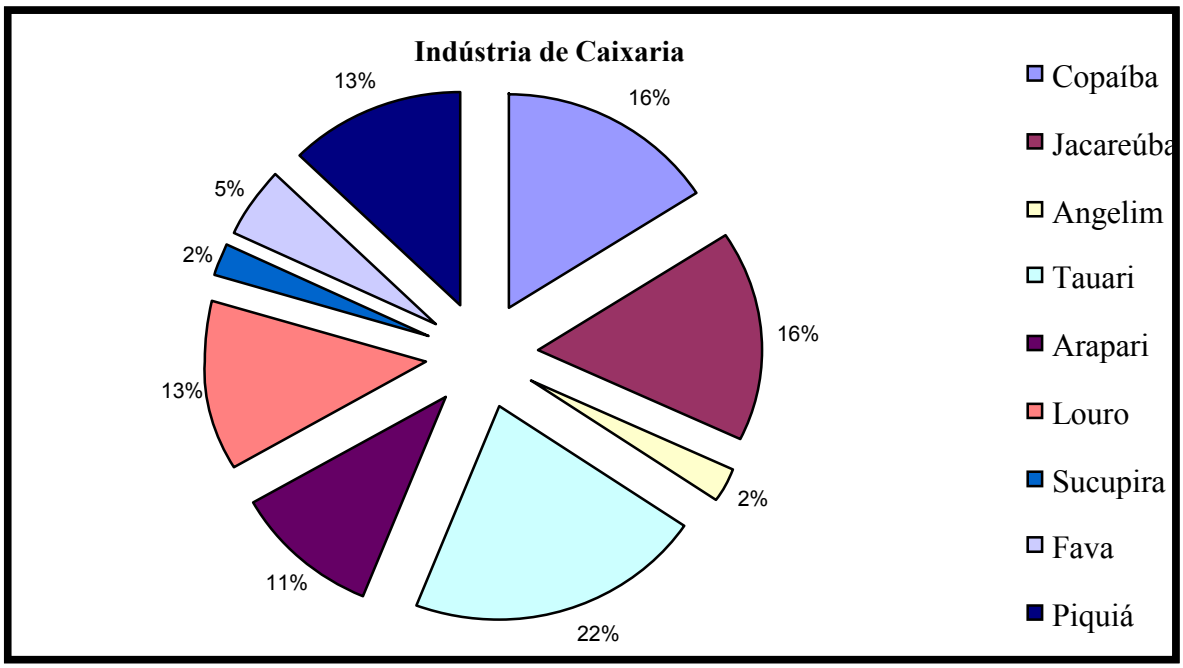


Gráfico 1 – Percentual das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Caixaria**.**

Na tabela 5 pode-se observar quais os produtos e a quantidades confeccionadas durante um mês na indústria, os números foram obtidos no inventário da produção.

Produto	Quantidade de Peças	Volume (m^3)
Lateral 1	20.800	246,60
Lateral 2	20.800	161,35
Auxiliar 1	10.400	22,91
Auxiliar 2	10.400	21,48
Travessa 010	10.400	17,84
Travessa Auxiliar	41.600	50,96
Total	**114.400**	**521,13**

Tabela **5 –** Lista de Produtos da Indústria de Caixaria.

As Laterais 1 e 2 e as Auxiliares 1 e 2 são compostas por diversas peças, como pode ser observado nas figuras 13 e 14.


(a)


(b)

Figura 13 – Laterais 1 (a) e 2 (b) na Indústria de Caixaria.


(a)


(b)

Figura 14 – Auxiliares 1 (a) e 2 (b) na Indústria de Caixaria.

A Lateral 1 é composta por 12 peças, suas dimensões e o volume total são os demonstrados na tabela 6.

Quantidade de Peças	**Dimensões (m)**			**Volume (m^3)**
	Comprimento	**Largura**	**Espessura**	
2	1,65	0,095	0,010	0,003135
5	0,86	0,095	0,010	0,004085
4	0,98	0,095	0,010	0,003724
1	0,96	0,095	0,010	0,000912
12				**0,011856**

Tabela 6 – Volume (m3) da Lateral 1 da Indústria de Caixaria.

A Lateral 2 é composta por 9 peças, suas dimensões e o volume total são os demonstrados na tabela 7.

Quantidade de Peças	Dimensões (m)			Volume (m^3)
	Comprimento	Largura	Espessura	
2	1,05	0,095	0,010	0,001995
2	0,71	0,095	0,010	0,001349
2	0,86	0,095	0,010	0,001634
2	0,98	0,035	0,025	0,001715
1	1,12	0,095	0,010	0,001064
9				**0,007757**

Tabela 7 – Volume (m3) da Lateral 2 da Indústria de Caixaria.

A Auxiliar 1 é composta por 4 peças, suas dimensões e o volume total são os demonstrados na tabela 8.

Quantidade de Peças	Dimensões (m)			Volume (m^3)
	Comprimento	Largura	Espessura	
2	0,68	0,035	0,025	0,00119
2	0,25	0,045	0,045	0,0010125
4				**0,0022025**

Tabela 8 – Volume (m3) da Auxiliar 1 da Indústria de Caixaria.

A Auxiliar 2 é composta por 5 peças, suas dimensões e o volume total são os demonstrados na tabela 9.

Quantidade de Peças	Dimensões (m)			Volume (m^3)
	Comprimento	Largura	Espessura	
3	0,35	0,095	0,010	0,0009975
2	0,61	0,035	0,025	0,0010675
5				**0,0020650**

Tabela 9 – Volume (m3) da Auxiliar 2 da Indústria de Caixaria.

As peças denominadas de Travessa 010 e Travessa Auxiliar são peças únicas com as seguintes dimensões e volume total:

Travessa 010 = 0,001715 m^3

Comprimento: 0,70m;

Largura: 0,070 m

Espessura: 0,035m

Travessa Auxiliar = 0,001225 m^3

Comprimento: 0,70m;

Largura: 0,070 m

Espessura: 0,025m

A caixaria utilizada para embalagem de motos é composta pelas seguintes peças: duas Laterais 1, duas Laterais 2, uma Auxiliar 1, uma Auxiliar 2, uma Travessa 010 e quatro Travessas Auxiliares com volume total de 0,0501085 m^3.

Depois de acompanhar todo o processo produtivo da Indústria de Caixaria com um total de matéria-prima igual a 898,56 m^3 e total de produto confeccionado igual a 521,13 m^3 verificou-se um rendimento de 57,99% e 42,01% de resíduos.

A Indústria foi a que apresentou o maior rendimento das três, 57,99%, talvez isso ocorra pela utilização de peças de dimensões menores para a confecção das caixarias, sendo que o resíduo gerado, ainda é um problema, porém já se pratica de forma experimental uma agregação de valores com outra indústria na geração de energia em termoelétrica.

5.4.2 Indústria de Painéis Compensado

O painel compensado é formado pela colagem de três ou mais lâminas, alternando-se as direções das fibras em ângulo reto (Pfiel, 1989). O compensado é composto por número ímpar de lâminas, conforme pode ser observado na figura 15.

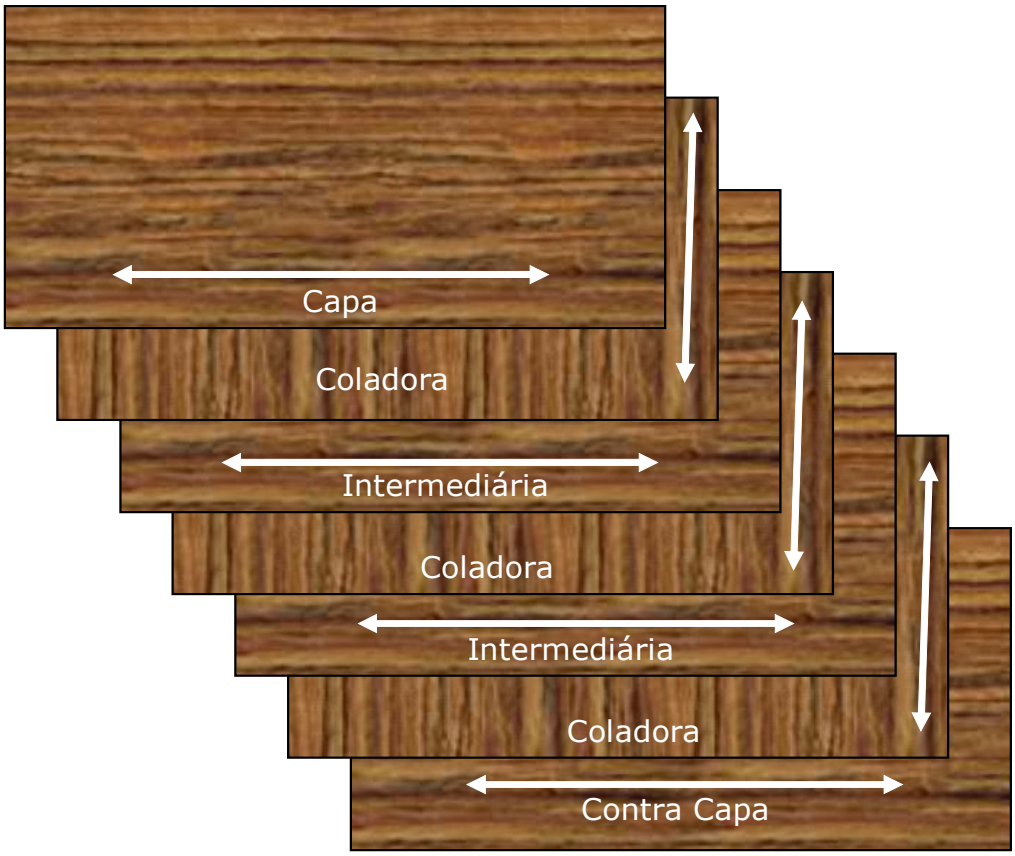


Figura 15 – Modelo estrutural de uma chapa de painel compensado.

Fonte: Dados da indústria.

O processo de transformação da madeira em painéis compensado divide-se nas etapas, conforme pode ser observado na figura 16.

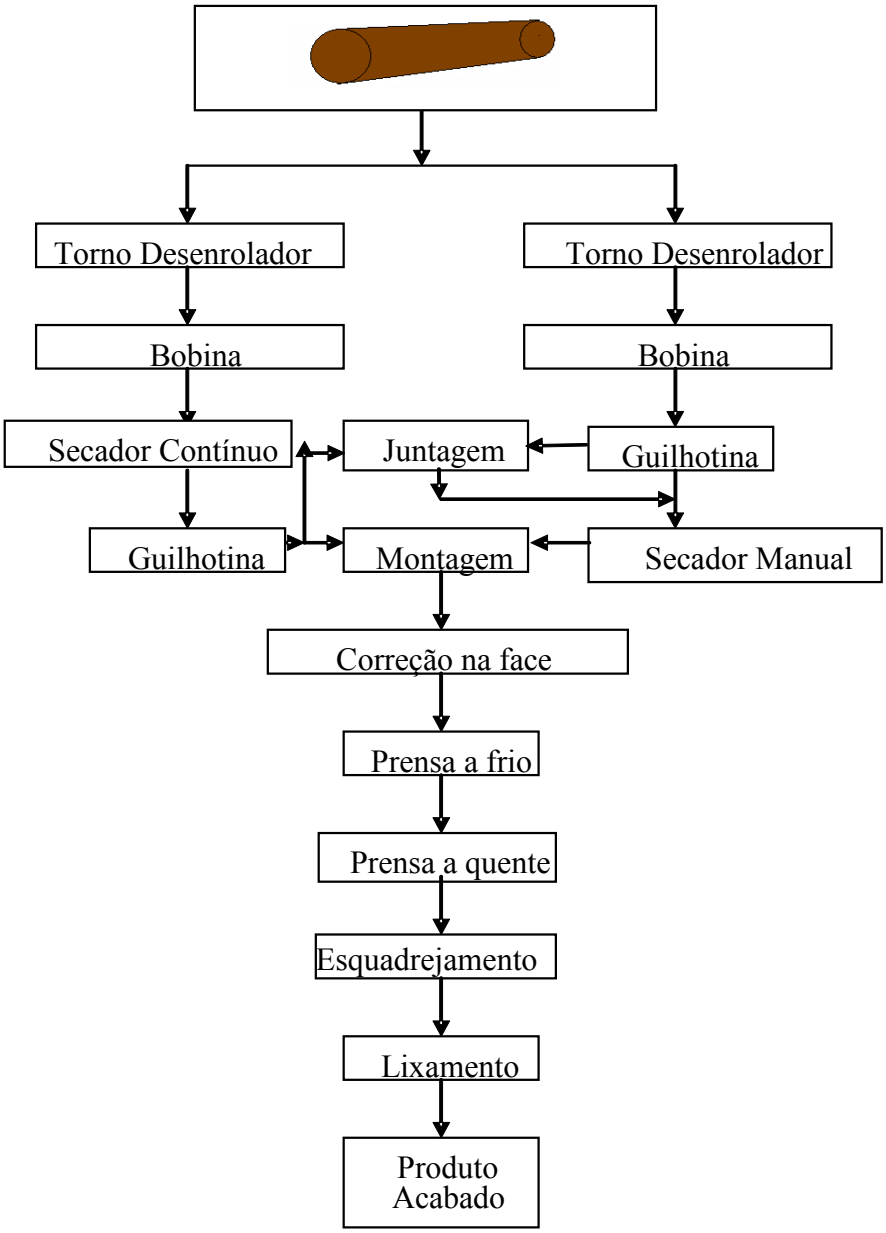


Figura 16 – Fluxograma da produção da Indústria de Painéis Compensado.

Fonte: Dados da indústria.

5.4.2.1 Preparação das Toras

Após serem transportadas até a área de preparo, as toras passam por uma inspeção com o objetivo de se retirar ganchos, se for o caso, pregos ou qualquer outro objeto metálico que possa danificar o torno desenrolador.

Posteriormente as toras são seccionadas com medidas padronizadas de 2,90 m (largura padrão do torno desenrolador utilizado pela indústria), conforme figura 17 (**a** e **b**). Os resíduos gerados nesta etapa são o pó de serragem e sobras da tora.

As toras não recebem nenhum tratamento de cozimento, vaporização ou aquecimento, o que geralmente é utilizado para facilitar o corte.



(a)



(b)

Figura 17 – Seccionamento das toras no pátio da Indústria de Painéis Compensado.



Figura 18 – Guincho transportador de toras na Indústria de Painéis Compensado.

A figura 18 mostra á fase em que a tora é levada por um guincho transportador do pátio de preparação das toras na área externa da indústria para ser desenrolada no torno e transformada em lençol contínuo de lâminas.

5.4.2.2 Obtenção das Lâminas

Como já foi dito anteriormente, a madeira é laminada em um torno desenrolador automático de 2,90 m.

As lâminas obtidas têm espessura de 2 mm.

O processo de desenrolar a tora consiste em, a tora ser acoplada no torno, fixada por garras nas extremidades, no centro da tora, conforme figura 19.

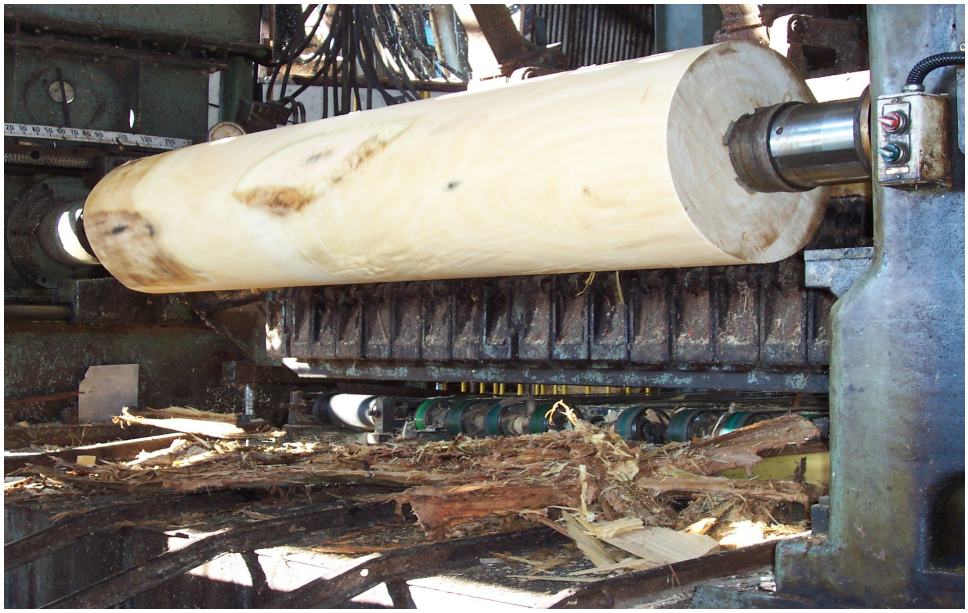


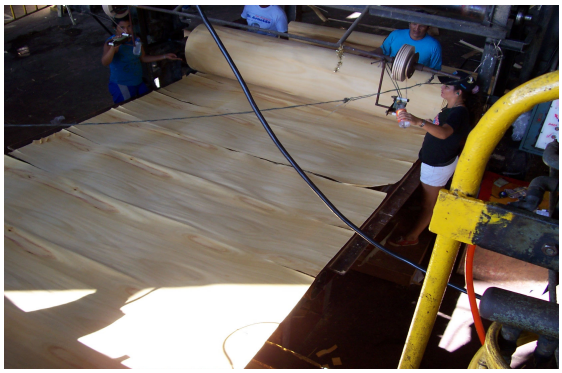
Figura 19 – Torno Desenrolador na Indústria de Painéis Compensado.

O resíduo gerado inicialmente é a casca e em seguida lâminas de tamanhos não uniformes, que vão sendo descartadas e jogadas diretamente em uma esteira que conduz todo esse material para um triturador (Figura 20).



Figura 20 – Esteira transportadora de resíduos da Indústria de Painéis Compensado.

Pode-se observar na figura 21 (**a** e **b**) a saída dos lençóis contínuos de lâminas nos dois tornos desenroladores, cada torno produz um tipo de lençol, que conforme demonstrado no fluxograma segue por linhas de produção diferentes até a montagem das chapas.



(a)



(b)

Figura 21 – Lençol na Indústria de Painéis Compensado.

Após a tora ser desenrolada, todo o lençol contínuo é envolvido novamente e enrolado em bobinas conforme pode-se observar na figura 22.



Figura 22 – Bobinas na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.3 Secagem e Guilhotinagem das Lâminas

A umidade da lâmina é um fator muito importante para a próxima etapa da produção, influenciando diretamente na qualidade do produto final, conforme conversa com o responsável pelo setor de produção dos painéis de compensado.

A temperatura no secador é de 120º C e o tempo de passagem é de 30 minutos. As lâminas atingem umidade de 4 a 6%, conforme informações cedidas peça indústria.

Na figura 23 pode-se visualizar a bobina sendo desenrolada e passando por uma esteira que leva ao secador industrial contínuo.



Figura 23 – Secador Industrial Contínuo na Indústria de Painéis Compensado.

No final do secador o lençol é guilhotinado como pode ser observado na figura 24, tendo como resíduos, aparas, descartadas por operadores ao apresentarem inconformidades no padrão de qualidade das lâminas.



Figura 24 – Guilhotinagem do lençol de lâminas no secador contínuo na Indústria de Painéis Compensado.

Em outra linha de produção da indústria, figura 25, o lençol é guilhotinado, gerando sobras, nesta etapa é feita uma classificação da qualidade das lâminas sendo descartadas todas que apresentam algum tipo de defeito que posteriormente possam vir a causar qualquer tipo de prejuízo à qualidade do painel compensado.



Figura 25 – Guilhotinagem do lençol de lâminas na Indústria de Painéis Compensado.

Após serem guilhotinadas as lâminas passam pelo secador industrial que é alimentado manualmente, conforme pode ser observado na figura 26.

O tempo de passagem e a temperatura no secador alimentado manualmente permanecem os mesmos do secador industrial contínuo, 120º C e 30 minutos, respectivamente. A umidade das lâminas ficará entre 4 a 6%.



Figura 26 – Secador industrial manual na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.4 Juntagem das Lâminas

Nesta etapa do processo o objetivo é unir pedaços de lâminas que foram descartados em etapas anteriores do processo de produção, estes pedaços são colados paralelamente, como pode ser observado na figura 27, em seguida, já em tamanho padrão, seguem para o secador industrial manual, para posteriormente, como miolo, compor as chapas de painéis compensado.


(a)

(b)

Figura 27 – Processo de juntagem de lâminas na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.5 Colagem das Lâminas

A resina utilizada na indústria é a Fenol-formaldeído com gramatura de 364,0 g/m^2, conforme informações cedidas pela indústria.

As lâminas seguem para o processo de colagem, na figura 28 pode-se observar que recebem uma camada de cola nas duas faces, está lâmina é chamada de coladeira, tem como função unir em suas faces outras duas lâminas, no caso de uma chapa de compensado com 7 lâminas teremos: 2 capas, 2 intermediárias e três coladeiras.



Figura 28 – Coladeira na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.6 Montagem das Chapas

Após passarem pelo processo de colagem os painéis são montados (Figura 29).

As lâminas são postas perpendicularmente umas sobre as outras, alterando a direção das fibras, compondo uma chapa de compensado.



Figura 29 – Montagem das chapas de compensado na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.7 Correção na Face das Chapas

Após sem montadas as chapas de compensado, passam por uma primeira etapa de acabamento (Figura 30), que consiste em reparos em falhas existentes nas faces dos painéis.

Nesta etapa não ocorre geração de resíduos.


(a)

(b)

Figura 30 – Acabamento das chapas na Indústria de Painéis de Compensado.

5.4.2.8 Prensagem das Chapas

A próxima etapa da produção consiste na prensagem das lâminas, feita em duas fases.

5.4.2.8.1 Prensagem a frio

Nesta etapa, as lâminas são postas em uma prensa a frio, onde a função é de reduzir o volume das camadas do painel (Figura 31), facilitando assim a próxima parte do processo.



Figura 31 – Prensa a Frio na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.8.2 Prensagem a quente

Na etapa seguinte, já com o seu volume reduzido, as chapas são postas em uma prensa a quente (Figura 32), onde fatores como a pressão, o tempo e a temperatura são controlados.

Cada um destes fatores tem uma função no processo de confecção dos painéis compensado.



Figura 32 – Prensa a Quente na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.9 Esquadrejamento das Chapas

Após a prensagem das chapas, a próxima etapa consistiu em definir a largura e o comprimento dos painéis (Figura 33).

As chapas são transportadas sobre uma esteira onde são esquadrejadas, definindo suas dimensões, em 2,44m x 1,22m.

Durante está etapa do processo os resíduos gerados são aparas das laterais das chapas.



(a)



(b)

Figura 33 – Esquadrejamento das chapas na Indústria de Painéis Compensado.

5.4.2.10 Lixamento das Chapas

Ao final da esteira, onde as chapas têm suas dimensões definidas, todas são lixadas dentro de um equipamento acoplado (Figura 34), composto por lixas onde é feito o acabamento final dos painéis.



Figura 34 – Lixadeira na Indústria de painéis Compensado.

A figura 35 apresenta o produto acabado, as chapas de painéis compensado.



Figura 35 – Chapa de compensado acabadas na Indústria de Painéis Compensado.

O gráfico 2 mostra o percentual apresentado por cada espécie levantada no inventário mensal da indústria.

Pode-se observar que as espécies mais representativas foram, castanharana, muiratinga, sumaúma e virola com 65%, 9%, 9% e 4% respectivamente e tendo menor representação, macacarecuia, assacu, copaíba e paricarana com 4%, 3%, 2% e 1% respectivamente.

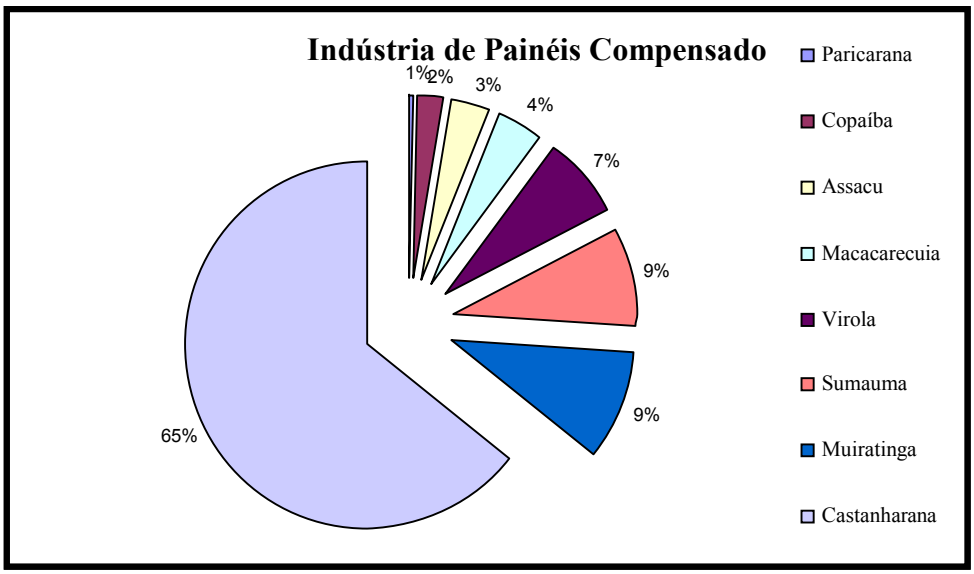


Gráfico 2 – Percentual das espécies levantadas no inventário mensal da Indústria de Painéis Compensado.

Na tabela 10 pode-se observar a quantidade e espessura dos painéis compensado confeccionados durante um mês de produção, de acordo com o inventário da produção.

Tipos de Chapas (mm)	Quantidade de Chapas	Volume (m^3)
3,6 (Capa para porta)	4.704	29,47
4,0	18.882	224,83
5,2	10.623	164,44
6,0	2.067	36,92
9,0	10.055	269,39
12,0	15.409	550,43
15,0	6.774	302,47
18,0	5.169	276,97
Total	**73.683**	**1.854,92**

Tabela 10 – Lista de Produtos da Indústria de Painéis Compensado.

Após acompanhar todo o processo produtivo de transformação da madeira em tora em painéis compensado (Figura 36) e analisar o inventário da produção, verificou-se que a matéria-prima foi de 3.598,95 m^3 e o produto acabado igual a 1.854,92 m^3.



Figura 36 – Produto acabado na Indústria de Painéis Compensado.

Os resultados encontrados para o rendimento da indústria de painéis compensado foi de 51,54%, sendo superiores aos obtidos por, Gerwing *et al* (2000), o mesmo determinou rendimentos entre 39% e 40% para laminadoras em Paragominas – PA. O resíduo gerado representou 48,46% da matéria-prima processada pela indústria, no entanto deve-se salientar que a indústria aproveita esses resíduos, seja transformando-o em energia, alimentando a caldeira, ou vendendo as peças transformadas a partir dos roletes que sobram do desenrolamento das toras, chegando a 100% de aproveitamento da matéria-prima.

Em estudo realizado por Bortoletto Júnior e Belini (2002) para a espécie guapuruvu (*Schizolobium parayba* Blake) o rendimento encontrado foi superior ao da pesquisa, 60,98%.

5.4.3 Indústria de Madeira Serrada

O processo de produção não pôde ser acompanhado diretamente na sede da indústria, no entanto as informações solicitadas atenderam as necessidades da pesquisa.

A produção é basicamente para suprir o mercado consumidor externo, tendo como produtos o que a indústria denomina serrado para exportação, outros produtos atendem o mercado interno.

O gráfico 3 mostra o percentual apresentado por cada espécie levantada no inventário anual da indústria.

Pode-se observar que as espécies mais representativas foram, louro gamela (17%), massaranduba (14%), louro itaúba (7%), amapá (6%), arurá vermelho e angelim vermelho (5%) cada, as outras espécies representaram 46%.

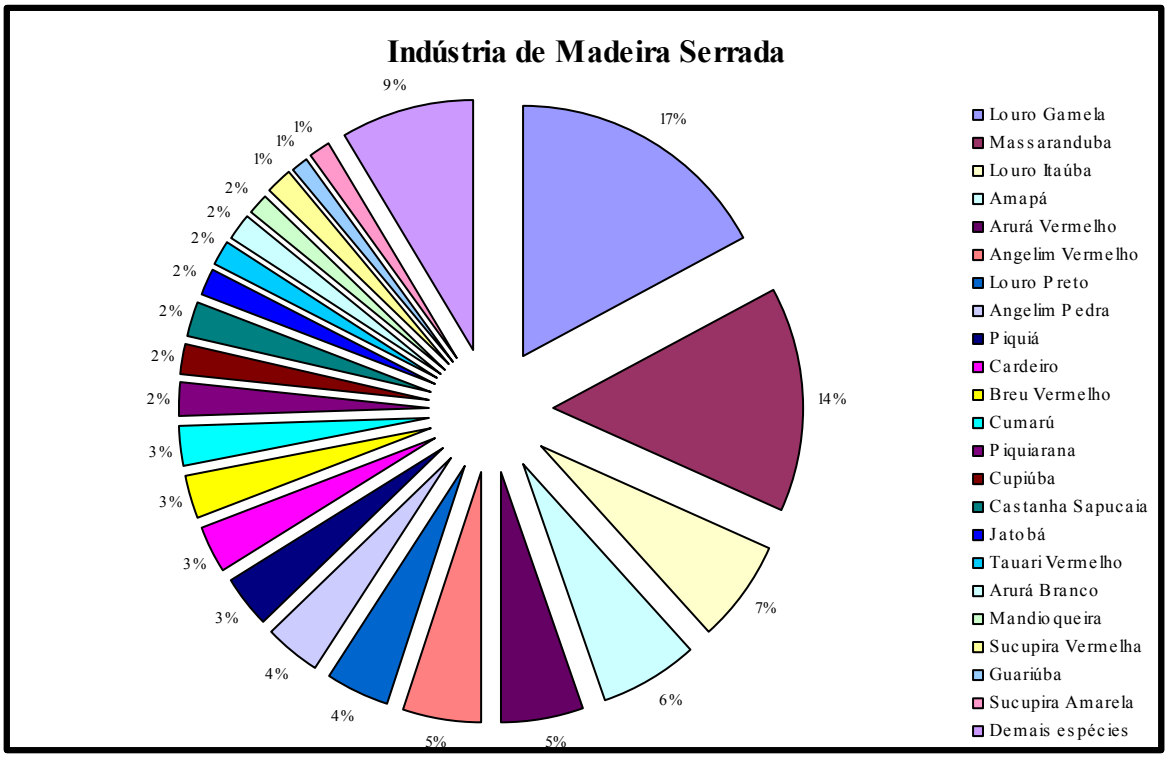


Gráfico 3 – Percentual das espécies levantadas no inventário anual da Indústria de Madeira Serrada

Na tabela 11 pode-se observar a quantidades de madeira serrada produzida no período de um ano, os valores foram obtidos no inventário da produção.

Produto	Volume (m^3)
Produto 1	11.993,84
Produto 2	6.816,67
Produto 3	4.746,66
Produto 4	8.309,14
Produto 5	697,30
Total	**32.563,60**

Tabela 11 – Lista de Produtos da Indústria de Madeira Serrada.

Após analisar o inventário da produção da indústria constatou-se um rendimento de 38,43% e 61,57% de resíduos. O rendimento baixo deve-se a qualidade superior exigida nos produtos que seguem para o mercado externo.

Segundo Gerwing *et al* (2000), fatores como armazenamento das toras; equipamentos utilizados no desdobro, espessura das lâminas; e linhas de produto, primários ou secundários, mercado interno ou externo, afetam diretamente no rendimento das indústrias.

A indústria de madeira serrada foi a que apresentou o menor rendimento das três indústrias acompanhadas, 38,43%, ainda em relação a estudos feitos por Gerwing *et al* (2000), os resultados foram aproximados, o estudo obteve resultados que variavam entre 27% e 55%, sendo constatado que as serrarias que exportavam tinham rendimento médio inferior (32%) às que mantinham seu produto no mercado interno (36%). Está observação também pode ser feita para o nosso resultado, já que a indústria tem o mercado externo internacional como o seu principal comprador. O resíduo gerado representou 61,57% da matéria-prima utilizada na indústria, no entanto o aproveitamento fica próximo dos 100%, os resíduos gerados durante o processo alimentam a termoelétrica que atende a necessidade de energia elétrica da indústria.

Estudos realizados por Lentini *et al* (2003) na região da Amazônia Legal, encontrou rendimento médio 38,2% para as 2.570 empresas dos 72 centros de processamento de madeira.

Outro estudo sobre rendimento, Ferreira *et al* (2004), agora para espécies de clones de *Eucalyptus* spp apresentou resultados que variaram entre 47,5%, 47,9% e 51,5%, tais

resultados são sempre esperados já que as espécies de *Eucalyptus* requerem cuidados no desdobro e na secagem, além de apresentarem tensões internas de crescimento, suas propriedades físicas e mecânicas são heterogêneas, estes aspectos são os principais responsáveis pelos baixos rendimentos no processamento da madeira.

Em estudo equivalente Alves (2000) encontrou rendimentos que variaram entre 31% e 36%.

Oliveira *et al* (2003), em estudos realizados em serrarias em Rondônia encontrou rendimento médio de 49,28% para espécies de florestas nativas.

5.4 Destino dos Resíduos

Desde o início do desensolamento das toras, até a retirada das aparas das laterais dos painéis, todo o resíduo é levado por uma esteira (Figura 37), passado por um triturador (Figura 38) e em seguida levado para a caldeira.



Figura 37 – Sobras do desenrolamento das toras na Indústria de Painéis Compensado.



Figura 38 – Triturador de resíduos da Indústria de Painéis Compensado.

Já os roletes e pedaços de topos são subtraídos, uma parte desse resíduo é vendida e a outra parte segue para a caldeira, figuras 39 e 40.



Figura 39 – Roletes no pátio da Indústria de Painéis Compensado.



Figura 40 – Roletes cortados para venda e queima na Indústria de Painéis Compensado.

O procedimento na indústria de madeira serrada é parecido, a indústria transforma todo o seu resíduo em energia, em uma termoelétrica em suas dependências.

A indústria de caixarias ainda tem problemas com o seu resíduo gerado (Figura 41), é um volume muito expressivo, no entanto já existe uma forma de utilização e está sendo posta em prática para o aproveitamento dos resíduos. Parte dos resíduos é transportada por balsa até Itacoatiara – AM para ser utilizada na geração de energia para alimentar a caldeira de uma outra empresa, o custo desse transporte é quase zero, para ambas as indústria, já que a indústria de caixaria fica instalada nas proximidades da passagem das balsas que sobem o rio com produto e descem vazias.


(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 41 – Resíduos gerados pela Indústria de Caixarias.
(a), (b) e (c) aparas e (d) pó de serragem.

6 CONCLUSÕES

A baixa tecnologia empregada pelas indústrias no setor florestal e exigências no mercado externo, principalmente no de beneficiamento de madeira, na região do Amazonas pode ser considerada causa do baixo rendimento das indústrias com grande quantidade de matéria-prima sendo desperdiçada como resíduo.

Foi encontrado rendimentos diferentes para os três tipos de beneficiamento da madeira.

A Indústria de Caixarias apresentou o maior valor para o rendimento da sua produção, obteve rendimento igual a 57,99% e resíduo de 42,01%.

A Indústria de Painéis Compensado obteve rendimento igual a 51,54% e resíduo de 48,46%.

A Indústria de Madeira Serrada apresentou o menor valor para o rendimento de sua produção, obteve rendimento igual a 38,43% e resíduo de 61,57%.

Os resíduos gerados durante os processos foram costaneira, aparas, pó de serragem, tocos e roletes.

A solução encontrada pelas indústrias para a grande quantidade de resíduo gerado é a utilização de todo esse material, agregando valor ou transformando em energia para a própria indústria.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁRIO, Paulo; D'ÁVILA, Nilo. **À margem da Lei: Relatório sobre o consumo de madeira por empresas de compensados e laminados do Amazonas e sua relação com fornecedores de matéria-prima.** Greenpeace. 1999. 17p.

ALVES, Cristina Galvão. **Rendimento de Desdobro de Toras, Geração de Resíduos e Tempo de Trabalho em Serraria na Amazônia: O Estudo de Caso da MIL Madeireira, Itacoatiara, Amazonas.** Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2000. 103p.

ARRUDA, G. **Eucalipto tem múltiplas utilidades.** Jornal Madeira e Cia. Alternativa Editora Ltda. Curitiba. 1996. 3 (25): 5.

BARBOSA, Ana Paula; VIANEZ, Basílio Frasco; VAREJÃO, Maria de Jesus; ABREU, Raimunda Liége Souza de. **Biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia: Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central.** Parcerias Estratégicas – Número 12 – Setembro 2001.

BRAND, Martha Andreia; SILVA, Dimas Agostinho da; Muniz, Graciela Inês Bolzon de; KLOCK, Umberto. **Balanço e Rendimento Energético de uma Indústria Integrada de Base Florestal.** Floresta e Ambiente, v. 9, nº 1, p.45-53, jan/dez. 2002.

BORTOLETTO Júnior, Geraldo; BELINI, Ugo Leandro. **Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de Guapuruvu (*Schizolobium parayba* Blake) proveniente de um plantio misto de espécies nativas.** CERNE, v.8, n.2, p.001-016, 2002.

ELEOTÉRIO, J. R. **Propriedades físicas e mecânicas de painéis MDF de diferentes densidades e teores de resina.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo. 2000. 120p.

FERREIRA, Sérgio; LIMA, José Tarcísio; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; TRUGILHO, Paulo Fernando. **Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp.** Cerne, Larvas, v. 10, nº 1, p. 10-21, jan/jun. 2004.

FIGUEIREDO, E. O.; SANTOS, J. C. dos; FIGUEIREDO, S. M. de M. **Demandas tecnológicas para o manejo florestal da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb e Bompl.).** Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 15 p. (Embrapa Acre. Documento, 61).

HALL, D. O.; HOUSE, J. I.; SCRASE, I. **Overview of biomass energy. In: Industrial uses of biomass energy: the exemple of Brazil.** Rossillo-Calle, F.; Bajay, S. V.; Rothman, H. (Eds.). London and New York. 2000. P. 01-26.

IBAMA . Ecossistema brasileiros http://wwwibama.gov.br/ecossistemas/home.htm (09/03/2006).

GERWING, Jeffrey; VIDAL, Edson; VERÍSSIMO, Adalberto; UHL, Christopher. **Rendimento no Processamento de Madeira no Estado do Pará.** Série Amazônia Nº 18. Belém. IMAZON. 2000. 38p.

GUERRA, Francisco das Chagas Uchoa. **Serrarias, subsídios técnicos.** Belém, SUDAM, 1983. 91p.

LENTINI, Marco; VERÍSSIMO, Adalberto; SOBRAL, Leonardo. **Fatos Florestais da Amazônia 2003.** Belém: IMAZON, 2003. 110p.

LIMA, C. R.; BAJAY, S. V. **A reposição florestal obrigatória e o planejamento energético regional.** Revista Baiana de Tecnologia. TECBAHIA. EDITEC. Camaçari. 2000. p. 140-144.

MACHADO, Sebastião do Amaral; Filho, Afonso Figueiredo. **Dendrometria.** Curitiba, 2003. 309 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Nota técnica do desenvolvimento na Amazônia.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Maio de 2001.

OLIVEIRA, Antônio Donizette de; MARTINS, Eugênio Pacelli; SCOLFORO, José Roberto Soares; REZENDE, José Luiz Pereira; SOUZA, Álvaro Nogueira de. **Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jaru, Estado de Rondônia.** Cerne, v. 9, p 001-015, 2003.

PFEIL, W. **Estrutura de Madeira.** 5ª edição revisada e atualizada. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos. 1989. 296p.

PIO, Nabor da Silveira. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus scabra* (Dum-Cours) e *Eucalyptus robusta* (Smith) na produção de painéis compensados.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 1996. 101p.

PONCE, Reinaldo Herrero. **Madeira serrada de Eucalipto: desafios e perspectivas.** Anais do Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. São Paulo. 1995. p. 50-58.

RIBEIRO, J. E., ET AL. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação de plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Ocidental.** Manaus. INPA. 1999. 800p.

REVISTA DA MADEIRA. **Compensado prioriza qualidade para competir.** Paraná, Ano 16, número 95, abril, 2006.

REVISTA DA MADEIRA. **Redução no desperdício reduz danos na floresta.** Paraná, Ano 13, número 76, setembro, 2003.

REVISTA DA MADEIRA. **Desdobro da madeira de eucalipto na serraria.** Paraná, Ano 13, número 75, agosto, 2003.

REVISTA DA MADEIRA. **Aproveitamento de resíduos da indústria da madeira.** Paraná, Ano 12, número 69, fevereiro, 2003.

REVISTA REFERÊNCIA. **Resíduos da Madeira – parte 1.** Paraná, Ano V, número 24, julho, 2003.

REVISTA REFERÊNCIA. **Resíduos da Madeira – parte 2.** Paraná, Ano V, número 25, agosto, 2003.

ROCHA, Márcio Pereira da. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serraria.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2000. 185p.

SILVA, Dimas Agostinho da; TOMASELLI, Ivan; IWAKIRI, Setsuo. **Influência da umidade na resistência da linha de cola e estabilidade dimensional do compensado utilizando resina de alta reatividade.** Scientia Forestalis. N. 54. p. 69-80, dez. 1998.

SILVA, F. da M. **Espécies Tropicais para manufatura de painéis de compensados.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo. 1994. 68p.

SHUBART, Herbert Otto Roger; SALATI, Enéas; JUNK, Wolfgang; OLIVEIRA, Adélia Engrácia de. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia.** São Paulo: Brasiliense; Brasília: Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983. 327p.

TOMASELLI, I.; DESLESPINASSE, B. **A indústria de painéis no Brasil**. Informativo STCP. Curitiba, v.1, n^0 1, p.16-20. 1997.

www.lammy.com.br/portugues/historia_do_compensado.htm <acessado em 16.03.2006.