

Universidade de Ribeirão Preto
Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias
Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental

EDUARDO SANTOS PEREIRA

**ANÁLISE QUANTITATIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS
DURANTE O PROCESSO DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA:
ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA EMPRESA NO MUNICÍPIO
DE ANAPÚ-PA**

RIBEIRÃO PRETO
2016

EDUARDO SANTOS PEREIRA

ANÁLISE QUANTITATIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS
DURANTE O PROCESSO DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA:
ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA EMPRESA NO MUNICÍPIO
DE ANAPÚ-PA

Dissertação apresentada a Universidade de
Ribeirão Preto – UNAERP, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

Ribeirão Preto
2016

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

P436a Pereira, Eduardo Santos, 1977-
Análise quantitativa de resíduos sólidos gerados durante o
processo de lâminas faqueadas de madeira: estudo de caso realizado
em uma empresa no Município de Anapú-PA / Eduardo Santos
Pereira. - - Ribeirão Preto, 2016.
79 f.: il. color.

Orientador: Dr. Valdir Schalch.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,
UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2016.

1. Análise quantitativa. 2. Resíduos sólidos. 3. Lâminas
faqueadas. I. Título.

CDD 628

Eduardo Santos Pereira

“Análise quantitativa de resíduos sólidos gerados durante o processo de lâminas faqueadas de madeira: Estudo de caso realizado em uma empresa no município de Anapú - PA”.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo programa de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

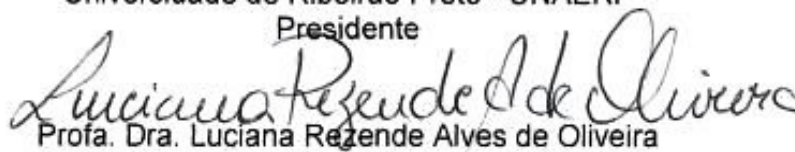
Data de defesa: 06 de maio de 2016

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Valdir Schalch
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP
Presidente



Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira
Centro Universitário de Barretos – UNIFEB



Luciano Farias de Novaes
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP

Ribeirão Preto
2016

Dedico a Deus, meu Senhor, pelo amor, misericórdia e por mais esta grande vitória alcançada nesta fase de minha vida.

A minha esposa Ranyelle, meu filho Thales e Gracileia, pelo amor, apoio, incentivo e pela paciência, em relação aos momentos que estive ausente pesquisando e confeccionando este trabalho.

A minha mãe, familiares e amigos, pelo incentivo e confiança que sempre depositaram em mim.

Meu muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser o meu Pastor e autor da minha vida, por ter me proporcionado capacitação, entendimento e discernimento para organizar minhas ideias durante a realização deste trabalho.

A minha esposa Ranyelle, meu filho Thales e Gracileia, pelo amor, apoio, incentivo e pela paciência, em relação aos momentos que estive ausente pesquisando e confeccionando este trabalho.

A minha mãe, familiares e amigos, pelo incentivo e confiança que sempre depositaram em mim.

A Universidade de Ribeirão Preto por ter me proporcionado a realização deste mestrado.

A professora Dr^a. Luciana Rezende Alves de Oliveira e professora Dr^a. Neide de Souza Lehfeld pela ida à Belém do Pará, para divulgar o Mestrado em Tecnologia Ambiental.

Agradeço ao Prof. Dr. Valdir Schalch pela confiança, dedicação nas orientações e conhecimentos transmitidos que muito contribuíram para este trabalho.

Ao membro da banca de qualificação, Prof. Dr. Luciano Farias de Novaes pelas contribuições e recomendações que foram de grande contribuição para o desenvolvimento do trabalho.

A professora Dr^a Luciana Rezende Alves de Oliveira, pela sua dedicação como docente, grande incentivo, companheirismo e pelas suas orientações e recomendações que forma de suma importância no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental que contribuíram com os seus conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários da UNAERP pela dedicação e disposição que contribuíram com a realização de várias etapas do curso em especial a funcionária Marcela Berti pelo seu recepcionamento e atendimento a nossas solicitações.

Ao diretor da empresa Sr. Daniel Serrão de Amorim, que abriu as portas de sua empresa para fornecer informações de suma importância para realização deste estudo.

A todos os meus companheiros de turma, pelos momentos compartilhados nas viagens, laboratórios, sala de aula e demais momentos. Em especial aos meus amigos Antônio Augusto e o meu grande parceiro Wildemberg Raiol de Assunção, companheiro de viagem, estudos e pesquisa, pelo seu grande apoio, incentivo e amizade, meu muito obrigado.

RESUMO

Organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental correto. O setor madeireiro esse carrega um saldo negativo quando se referem à políticas de tratamento de seus passivos ambientais, geram resíduos industriais que são dispostos de forma inadequada e confronta as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado através de uma análise quantitativa de resíduos sólidos gerados do processo produtivo de lâminas faqueadas de madeira em uma empresa de médio porte no município de Anapú – PA e teve por objetivos realizar um levantamento das espécies de madeira utilizadas pela empresa, identificar as fontes geradoras de resíduos durante o processo produtivo, classificar os tipos de resíduos gerados na empresa de acordo com a NBR10004 / 2004 e quantificar os resíduos sólidos de madeira gerados no processo de produção de lâminas faqueadas de madeira. Como base metodológica, acompanhou-se o processamento de 120 toras, sendo 40 toras da espécie **curupixá** (*Micropholis meliniana*), 40 toras da espécie **goiabão** (*Pouteria pachycarpá*) e 40 toras da espécie **tauari** (*Couratari oblongifolia*) coletadas durante o mês de julho de 2015 e abril de 2016, sem interferir no processo da empresa. Foi mensurado o volume geométrico das toras, volume de lâminas faqueadas, rendimento volumétrico das lâminas faqueadas e quantificação dos resíduos gerados (destopos de toras, costaneiras, tábuas defeituosas, serragem, cavacos, lâminas defeituosas e tábuas de aproveitamento). As médias do rendimento volumétrico em madeira laminada para os tratamentos estabelecidos foram de 54,56% para curupixá, 48,58% para goiabão e 48,11% para o tauari. A média dos diâmetros das toras oscilaram de 65 cm para o curupixá, 64 cm para o goiabão e 66 cm para o tauari, o comprimento das toras para a laminação foi de 5,20 m. As fontes geradoras de resíduos do processo foram motosserra, serra circular, serra de fita, plaina portátil, plaina fresadora e faqueadeira vertical. Os resíduos gerados no processo produtivo foram classificados como não inertes (Classe IIA). A classificação e os quantitativos dos resíduos ocorreram por espécie de madeira a exemplo o curupixá com destopos de toras com volume de 10,104 m³ (12,42%), serragem com 6,402 m³ (7,87%), cavacos com 3,197 m³ (3,93 %), costaneiras com 10,038 m³ (12,34%), tábuas defeituosas com 3,359 m³ (4,13%), lâminas defeituosas com 0,276 m³ (0,34%) e tabuas de aproveitamento com 3,587 m³ (4,41%), a espécie goiabão com destopos de toras com volume de 14,039 m³ (16,96%), serragem com 6,800 m³ (8,21%), cavacos com 2,600 m³ (3,14 %), costaneiras com 10,932 m³ (13,21%), tábuas defeituosas com 3,866 m³ (4,67%), lâminas defeituosas com 0,300 m³ (0,36%) e tabuas de aproveitamento com 4,036 m³ (4,87%) e por fim o tauari a espécie que apresentou o menor rendimento e, consequentemente resultados com a maior geração de resíduos com valores de destopos de toras de 13,507 m³ (15,81%), serragem com 7,200 m³ (8,42%), cavacos com 3,400 m³ (3,97%), costaneiras com 12,583 m³ (14,72%), tábuas defeituosas com 3,604 m³ (4,21%), lâminas defeituosas com 0,304 m³ (0,35%) e tabuas de aproveitamento com 3,772 m³ (4,41%). Os resíduos quantificados na pesquisa podem ser aproveitados de diversas formas como geração de energia a vapor, compostagem e etc. Conclui-se que os resíduos gerados na atividade de lâminas faqueadas de madeira não são manejados, desta forma reduzem a lucratividade da empresa e aumentam os riscos ambientais.

Palavras-chave: Análise Quantitativa. Resíduos Sólidos. Lâminas Faqueadas.

ABSTRACT

Organizations of all kinds are increasingly concerned with achieving and demonstrating a correct environmental performance, the forestry sector that carries a negative balance when referring to the treatment of its environmental liabilities policies, generate industrial wastes that are disposed of improperly and confronts the guidelines of the National Solid Waste Policy. This paper presents a case study through a quantitative analysis of solid waste generated in the production process of wood sliced blades in a medium-sized company in the municipality of Anapú - PA and aimed to carry out a survey of the species of wood used by the company, identify the sources of waste during the production process, classify the types of waste generated in the company according to NBR10004 / 2004 and quantify the waste wood generated in production process of wooden sliced blades. As a methodological basis, followed up the processing of 120 logs, 40 logs of Curupixá species (*meliniana Micropholis*), 40 logs of goiabão species (*Pouteria pachycarpa*) and 40 logs of tauari species (*Couratari oblongifolia*) collected during the month of July 2015 and April 2016, without interfering with the company's process. Measured the geometric volume of logs, volume sliced blades, volumetric efficiency of sliced blades and quantification of waste generated (destopos logs, slabs, defective boards, sawdust, shavings, defective blades and use tables). The mean volumetric efficiency laminated wood for established treatments were 54.56% for Curupixá, 48.58% to 48.11% and goiabão for tauari. The average diameter of logs ranged from 65 cm to Curupixá, 64 cm to 66 cm and goiabão to tauari, the length of the logs for the lamination was 5.20 m. The process of waste generating sources were chainsaw, circular saw, band saw, portable planer, jointer planer and vertical sliced. The waste generated in the production process were classified as non-inert (Class IIA). The classification and quantitative waste occurred by wood species example the Curupixá with destopos logs with volume of 10.104 m³ (12.42%), sawdust with 6,402 m³ (7.87%), chips with 3.197 m³ (3.93%) slabs to 10.038 m³ (12.34%), defective boards, 3.359 m³ (4.13%), defective blades with 0.276 m³ (0.34%) and use of tablets with 3.587 m³ (4.41%), the goiabão species with destopos logs with a volume of 14,039 m³ (16.96%), sawdust with 6.800 m³ (8.21%), chips with 2.600 m³ (3.14%), blotters with 10.932 m³ (13.21%), defective boards with 3,866 m³ (4.67%), defective blades with 0.300 m³ (0.36%) and tablets for use with 4.036 m³ (4.87%) and finally the tauari the species that presented the lower yields and consequently results with the largest generation of waste destopos values of logs 13.507 m³ (15.81%), sawdust with 7.200 m³ (8.42%), chips with 3.400 m³ (3.97%), blotters with 12.583 m³ (14.72%), defective boards with 3.604 m³ (4.21%), defective blades with 0.304 m³ (0.35%) and tablets for use with 3,772 m³ (4.41%). Waste quantified in the survey can be utilized in various ways as steam power generation, composting, etc. It is concluded that the waste generated in the activity of wood sliced blades are not handled in this way reduce the company's profitability and increase environmental risks.

Keywords: Quantitative analysis. Solid Waste. Sliced Blades.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Destino dos resíduos do processamento madeireiro nos Estados da Amazônia Legal em 2004 e 2009	25
Figura 2 - Espécie curupixá: a. Árvore; b. Casca	28
Figura 3 - Espécie curupixá: a. Tora; b. Lâmina	29
Figura 4 – Espécie goiabão: a. Árvore; b. Casca.....	30
Figura 5 – Espécie goiabão: a. Tora; b. Lâmina.....	31
Figura 6 – Espécie tauari: a. Árvore; b. Casca	32
Figura 7 – Espécie tauari: a. Tora; b. Lâmina	33
Figura 8 – a. Tambor metálico de aspiração; b. Realização da aspiração de serragem.....	38
Figura 9 – Chegada das toras de madeiras no pátio de estocagem da empresa	39
Figura 10 – Caminhão sendo descarregado no pátio de estocagem da empresa	39
Figura 11 – Toras de madeira sendo armazenada por espécie no pátio de estocagem da empresa	40
Figura 12 – Lotes de madeira estocada por antiguidade no pátio de estocagem da empresa..	40
Figura 13 – a. Mensuração das toras no pátio de estocagem da empresa; b. anotação dos valores das mensurações no romaneio de toras.....	41
Figura 14 – a. Seccionamento central da tora; b. visualização da área central da tora seccionada; c. Seccionamento das extremidades da tora.	42
Figura 15 – Toras seccionadas que seguirão para serra circular radial	43
Figura 16 – Toras seccionadas pela serra circular radial na formação de blocos ainda não definidos seguindo o tipo de corte e desenho desejado pela empresa	43
Figura 17 – a. Formação de blocos ainda não definidos na serra de fita; b. Retirada das costaneiras; c. Retirada das primeiras tábuas defeituosas	44
Figura 18 – a. Blocos definidos para o cozimento; b. Bloco transportado para o cozimento; c. Blocos no tanque de cozimento	45
Figura 19 – Tanque fechado com madeira em cozimento a uma temperatura no interior do tanque variando entre 90° a 100° C.....	46
Figura 20 – Blocos plainados com plainas portáteis gerando resíduos sólidos denominados de cavacos	46
Figura 21 – Blocos plainados e fresados na máquina fresadora gerando resíduos sólidos denominados de cavacos	47
Figura 22 – Bloco plainado e fresado para ser fixado na faqueadeira.....	47

Figura 23 – a. Movimentação do bloco de madeira na posição vertical passando na faca; b. Obtenção das lâminas faqueadas de madeira	48
Figura 24 – a. Entrada das lâminas de madeira úmidas no secador; b. Saída das lâminas de madeira secas para guilhotinagem.....	49
Figura 25 – a. Ajuste das lâminas para retirada das imperfeições laterais; b. Ajuste das lâminas para retirada das imperfeições das extremidades; c. Visualização do corte das extremidades.	50
Figura 26 – a. Classificação das lâminas; b. pacotes etiquetados; c. pacotes prontos para expedição	51
Figura 27 – Valores dos resíduos originados no do processamento de lâminas faqueadas de madeira	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fontes geradoras e resíduos sólidos gerados nas etapas do processo de produção de lâminas faqueadas de Madeira.....	52
Quadro 2 – Descrição dos resíduos sólidos gerados no processo de produção de lâminas faqueadas de Madeira.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores obtidos nas mensurações do processamento de lâminas faqueadas de madeira
55

Tabela 2 – Volume e percentuais de resíduos gerados do processamento de lâminas faqueadas de
madeira 56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C	Antes de Cristo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ag	Prata
ANOVA	Análise de Variância
C	Comprimento da Tora
CCA-A	Arseniato de Cobre Cromatado
Cd	Cádmio
° C	Graus Celsius
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
D	Diâmetro Médio
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
DAS	Diâmetro a Altura da Sapopema
E	Espessura da Lâmina
Hg	Mercúrio
kg/m ³	Quilograma por Metro Cúbico
L	Largura da Lâmina
m/min	Metro por Minuto
m ²	Metro Quadrado
m ³	Metro Cúbico
mm	Milímetro
Mn	Manganês
N	Número de Cortes
NBR	Norma Brasileira
Ni	Níquel
Pb	Chumbo
PNCD	Plano Nacional de Conservação e Desenvolvimento
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
R	Rendimento em porcentagem
REMEDE	Revista da Madeira
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
VG	Volume Geométrico da Tora
VL	Volume Laminado
Zn	Zinco
Π	Pi

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 CONCEITOS DE RESÍDUOS	19
3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	20
3.2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos Quanto aos Riscos Potenciais de Contaminação do Meio Ambiente	21
3.2.2 Classificação dos Resíduos Sólidos Quanto à Natureza ou Origem	21
3.3 INDÚSTRIA DA LAMINAÇÃO DE MADEIRA.....	22
3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LÂMINAS DE MADEIRA.....	24
3.5 POTENCIAL DE USO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA NO ESTADO DO PARÁ	25
3.6 ESPÉCIES DE MADEIRA NATIVAS ENCONTRADAS NO MUNICÍPIO ANAPU-PA.....	27
3.7 ESPÉCIES DE MADEIRAS UTILIZADAS NA EMPRESA.....	27
3.7.1 Curupixá (<i>Micropholis meliniana</i>)	27
3.7.2 Goiabão (<i>Pouteria pachycarpa</i>)	29
3.7.3 Tauari (<i>Couratari oblongifolia</i>)	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	34
4.2 COLETAS DE DADOS	34

4.3	CARACTERIZAÇÕES DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO	35
4.4	MENSURAÇÕES DO VOLUME GEOMÉTRICO DAS TORAS	36
4.5	MENSURAÇÕES DO VOLUME DE LÂMINAS FAQUEADAS.....	36
4.6	RENDIMENTOS VOLUMÉTRICOS DAS LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA.....	37
4.7	QUANTIFICAÇÕES DOS RESÍDUOS GERADOS.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO PARA OBTENÇÃO DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA	39
5.2	IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS DURANTE O PROCESSO PRODUTIVO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA DE ACORDO COM A NBR10004.....	52
5.3	QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA GERADAS DURANTE O PROCESSO PRODUTIVO.....	54
6	CONCLUSÕES	58
	REFERÊNCIAS	60
	APÊNDICE A - Termo de compromisso	64
	APÊNDICE B - Informações gerais da empresa.....	65
	APÊNDICE C - Mensuração do volume geométrico das toras antes do seccionamento.....	68
	APÊNDICE D - Mensuração do volume geométrico das toras depois do seccionamento	71
	APÊNDICE E - Mensuração do volume de lâminas faqueadas de madeira	74
	APÊNDICE F - Rendimento volumétrico das lâminas faqueadas de madeira.....	77

1 INTRODUÇÃO

Organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental correto, controlando os impactos de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente, levando em consideração sua política e seus objetivos ambientais. Esse comportamento se insere no contexto de uma legislação ambiental cada vez mais exigente do desenvolvimento de políticas econômicas e outras medidas destinadas a estimular a proteção ao meio ambiente e de uma crescente preocupação das partes interessadas em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável (SEBRAE, 2012).

O setor madeireiro engloba muitas atividades, principalmente a indústria de processamento de madeira sólida, como serrarias, movelarias, laminadoras, compensados, aglomerados e chapas de fibra. Este segmento industrial carrega um saldo negativo quando se refere ao tratamento de seus resíduos sólidos, em sua grande maioria não possuem sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos e a maior parte nem sequer sabem quais são os resíduos gerados e suas respectivas quantidades.

Segundo IBGE (2010), a geração de resíduo de madeira processada mecanicamente para o Brasil no ano de 2010 foi equivalente a 54.298.875,53 m³, valor correspondente a 45% de perda no processamento das toras. A região com maior geração de resíduo foi a Sul, apresentando valor de 22.534.033,34 m³ (41,5%), seguida da Sudeste com 18.624.514,30 m³ (34,3%), o Estado de São Paulo foi o que apresentou a maior geração, com valor de 11.774.892,80 m³, seguido do Estado do Paraná (10.792.774,98 m³), Santa Catarina (8.394.756,28 m³) e Rio Grande do Sul (3.334.051,35 m³). As regiões com maior representatividade na geração de resíduos se destacam, pois abrigam os polos produtores de madeira de silvicultura, os quais se concentram principalmente na Região Sul e Sudeste, além de polos de indústrias de transformação primária e secundária.

De acordo com Pereira et al (2010), nos Estados da Amazônia legal, o Estado do Pará foi o que indicou a maior a geração de resíduos, com valor de 4.049.000,00 m³, seguido do Estado do Mato Grosso (2.209.000,00 m³) e Estado de Rondônia (1.295.000,00 m³).

Segundo Fontes (1994) “no que se refere à eliminação dos resíduos, o mais utilizado é a queima”, porém quando o resíduo não é queimado pelas empresas, é removido para terrenos baldios ou utilizado como material de aterro. Muitos Estados utilizam os resíduos para a conversão de energia através da queima, uso doméstico, produção de carvão e queima a céu aberto, que além de representar um desperdício desses recursos naturais causam impacto ao meio ambiente. Estes usos tradicionais não levam em conta o potencial

econômico destes materiais que poderiam ser utilizados de outra forma, como é o caso da serragem para a produção de compostagem (adubo orgânico), fabricação de briquetes. A lenha que se entendem os resíduos como costaneiras, refios, aparas, casca e outros, gerada na indústria de base florestal de maior representatividade, correspondendo a 71% da totalidade dos resíduos que pode ser aproveitada com bons resultados (BRITO, 1995).

No Estado do Pará, têm-se grandes dificuldades para uma melhor utilização dos resíduos sólidos de madeira, pois falta maior conscientização dos empresários da indústria madeireira e tecnologia suficiente para transformação de resíduos em novos produtos agregando assim maiores valores. Vê-se que, uma parte desses resíduos é utilizada para a geração de energia, que cria uma competição no preço desse material; por outra forma e que sua geração é proporcionada, na sua maior parte, por serrarias e laminadoras de grande e médio porte espalhadas pela região dificultando a coleta e dados mais precisos; não havendo levantamentos atualizados sobre a localização, quantidade e qualidade dos resíduos gerados pelas organizações.

Nesse sentido, torna-se relevante à disseminação de ideias para as empresas empregarem novas técnicas de classificação, estimar a quantidade de resíduos gerados, planejarem formas de armazenamento, transporte e transformação em subprodutos de maior valor agregado visando encontrar soluções e novas tecnologias que possam ser implementadas, potencializando a utilização dos resíduos de forma sustentável e viável com um retorno econômico considerável e minimizando os impactos no meio ambiente, o que contribui para a preservação dos recursos naturais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho consiste em realizar uma análise quantitativa da geração de resíduos sólidos de madeiras durante o processo de fabricação de lâminas faqueadas de madeira em uma empresa localizada no município de Anapú-PA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo produtivo de fabricação de lâminas faqueadas de madeira;
- Identificar as fontes geradoras de resíduos durante o processo produtivo;
- Classificar os tipos de resíduos gerados na empresa de acordo com a NBR10004 - 2004;
- Quantificar os resíduos sólidos de madeira gerados no processo de produção de lâminas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS RESÍDUOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n. 12.305/2010, em agosto de 2010, regulamentada em dezembro do mesmo ano pelo Decreto n. 7.404/2010, estabeleceu um novo marco regulatório para a sociedade brasileira ao definir um regime de responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida de diversos produtos (BRASIL, 2010).

A PNRS (BRASIL, 2010), ato concreto de política pública socioambiental, atua como instrumento econômico (Arts. 16º e 18º) e de comando e controle (Art. 1º), insere-se no elenco das grandes discussões da atualidade em conjunto com a manutenção dos recursos naturais não renováveis, com a qualidade de vida dos indivíduos contraposta ao aumento do padrão e do poder de consumo pessoal, como também com a conseqüente geração de resíduos.

O conceito de resíduo dado pela Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010, faz uma distinção entre rejeito e resíduos sólidos no seu artigo 3º.

XV – rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

XVI - resíduos sólidos: todo “material”, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Os resíduos gerados durante o processamento mecânico da madeira configuram-se no artigo 13º da PNRS, como “resíduos industriais” que são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais.

Segundo Quirino (2003), resíduo é tudo aquilo que resta de um processo de exploração ou produção, de transformação ou utilização. Sendo também considerado toda substância, material ou produto destinado por seu proprietário ao abandono. Na transformação e no processamento dos recursos extraídos da natureza, as empresas concebem produtos finais que são desejáveis pelos consumidores e, para o meio ambiente torna-se “indesejáveis saídas, tais como os resíduos e a poluição” (DONAIRE, 1999).

Segundo Leripio (2004), o resíduo não é, por princípio, algo nocivo. Muitos resíduos podem ser transformados em subprodutos e/ou em matérias-primas para outras linhas de produção. A manipulação correta de um resíduo tem grande importância para o controle do risco que ele representa, pois um resíduo relativamente inofensivo, em mãos inexperientes, pode transformar-se em um risco ambiental mais grave.

De acordo Darolt (2002), os resíduos sólidos“ diferenciam-se do termo lixo“, porque enquanto este último se compõe de objetos que não possuem qualquer tipo de valor ou utilidade, porções de materiais sem significação econômica, sobre de processamentos industriais ou domésticos a serem descartadas, enfim, qualquer coisa que se deseje jogar fora, o resíduo sólido possui valor econômico agregado por possibilitar o reaproveitamento no próprio processo produtivo.

A natureza jurídica dos resíduos pode ser extraída a partir da interpretação do artigo 3º, inciso III, da Lei 6.938/81, considerados como poluentes. Pode se dizer que o resíduo, desde o momento em que é produzido, já possui a natureza jurídica de poluente, porque assumindo o papel de resíduo urbano, deverá ser submetido a um processo de tratamento que, por si só, constitui, mediata ou imediatamente, forma de degradação ambiental (FIORILLO, 2001).

Pela definição oficial, segundo a norma brasileira NBR 10004, de 2004, resíduos sólidos são: “aqueles resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição o lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível”.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos são definidos pela NBR 10004 - Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT como “resíduos nos estados sólidos ou semi-sólidos ou que resultam da atividade da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Considera-se também, resíduo sólido, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, exigindo para isso soluções técnicas e economicamente viáveis face a melhor tecnologia disponível”.

3.2.1. Classificação dos Resíduos Sólidos Quanto aos Riscos Potenciais de Contaminação do Meio Ambiente

- Classe I: são os resíduos considerados perigosos, estes apresentam características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, toxicidade ou patogeneidade. Estes quando manuseados de maneira incorreta e inadequada podem causar efeitos adversos ao meio ambiente, podendo apresentar riscos à saúde pública. No caso de resíduos sólidos perigosos industriais, estes por obrigatoriedade apresentam teor de umidade inferior a 85%.
- Classe IIA: são os resíduos considerados não inertes. Estes podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, podendo vir a acarretar perigo à saúde pública. Esta classe de resíduos é destinada a todos os resíduos que não se encaixam na classe I como perigosos, mas também não se encaixam na classe IIB, destinada a resíduos inertes. De maneira simples pode-se dizer que todos os resíduos classe IIA não apresentam potenciais elevados de perigo, porém não podem ser destinados à reciclagem.
- Classe IIB: são os resíduos considerados inertes. Estes não oferecem riscos à saúde pública e nem ao meio ambiente, são resíduos que constituem a única classe que podem ser destinados à reciclagem.

3.2.2. Classificação dos Resíduos Sólidos Quanto à Natureza ou Origem

- Lixo doméstico ou residencial: são os resíduos gerados pelas pessoas em suas casas, apartamentos e demais edificações;
- Lixo comercial: são resíduos gerados em estabelecimentos comerciais. Este grupo subdivide-se entre “pequenos geradores” e “grandes geradores”. Sendo, o pequeno gerador, todo aquele que comercialmente gere o equivalente a 120 litros de lixo por dia, já os estabelecimentos que ultrapassem este volume, passam a serem considerados grandes geradores. Os grandes geradores devem destinar seus resíduos a empresas particulares, pois com esta prática, possibilita-se a redução de cerca de 10 a 20% do custo do município, com relação à destinação de resíduos comerciais;
- Lixo público: são os lixos presentes em logradouros municipais, estes são resultantes de ações da natureza, bem como os entulhos e outros componentes descartados incorretamente pelo homem;

- Lixo domiciliar especial: são os entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus. A construção civil é a indústria que mais geram resíduos, seus resíduos são denominados entulhos. Estes entulhos são uma composição de resíduos inertes, como concreto, argamassa, papelão, madeira, plástico, vidros, metais, cerâmicas e terra. As pilhas e baterias apresentam-se em diversas formas, devido a suas características de corrosividade, reatividade e toxicidade são considerados resíduos classe I. Sendo que, entre seus componentes, os mais poluidores são o Pb (Chumbo), Hg (Mercúrio), Cd (Cádmio), Ni (Níquel), Ag (Prata), Mn (Manganês), Zn (Zinco). As lâmpadas fluorescentes liberam mercúrio quando são quebradas, enterradas ou queimadas. Assim, sendo o mercúrio tóxico, uma vez inalado pode causar sérios problemas fisiológicos. Os pneus causam inúmeros problemas ambientais, servindo de local para a proliferação de mosquitos e também durante a incineração, gerando enormes quantidades de material particulado e gases tóxicos;
- Lixo de fontes especiais: são lixos que merecem cuidados especiais em seu manuseio, transporte e acondicionamento. Os lixos industriais são os resíduos gerados pelas atividades industriais, variando de acordo com o produto manufaturado, sendo estudado detalhadamente caso a caso e classificados de acordo com a NBR 10004 / 2004 da ABNT. Os lixos radioativos são os resíduos que emitem radiação acima do limite permitido pelas normas ambientais. Os lixos de portos, aeroportos e terminais rododferroviários, são gerados tanto pelo consumo de passageiro quanto por cargas contaminadas. Os lixos agrícolas são constituídos basicamente por materiais descartados em uma atividade e reaproveitados em outras, proporcionando desta maneira a contaminação. Os resíduos de serviços de saúde compreendem todos os resíduos gerados em instituições destinadas aos cuidados da saúde da população.

3.3 INDÚSTRIA DA LAMINAÇÃO DE MADEIRA

A produção de lâminas de madeira é feita de diferentes maneiras, de acordo com a aplicação destas no produto final. Atualmente os dois principais meios de obtenção de lâminas ocorrem a partir do uso de tornos laminadores ou faqueadeiras, verticais ou horizontais (BATISTA, 2007).

No passado, as lâminas de madeira natural utilizadas para revestimento de superfícies de madeira eram cortadas com serras mecânicas alternativas. Era um processo lento, de custo elevado e que não possibilitava obter o aproveitamento total da peça original, pois se perdia pelo menos o equivalente à espessura da serra (REMEDE, 2005).

Grças ao desenvolvimento tecnol3gico na 3rea da mec4nica e da eletroeletr3nica, aliado a um melhor conhecimento das ess4ncias dispon3veis hoje 3 poss3vel obter l4minas decorativas de madeira natural de 0,63mm a 0,7mm (1/40" a 1/36") de espessura. Isso resulta num 3ndice de aproveitamento de at3 100%, pois se obt3m at3 1587m² de l4minas de cada m³ de madeira maciça. Isso 3 poss3vel grças 3 dr3stica elimina33o das perdas e a pequena espessura das l4minas obten3veis (REMEDE 2005).

A lamina33o n3o se constitui em uma inven33o moderna, esse processo produtivo de obten33o de l4minas de madeira iniciou-se no Antigo Egito, h3 cerca de 3000 anos A.C., e se destinava 3 confec33o de peç3s de mobili3rio pertencentes aos reis e pr3ncipes (ALBUQUERQUE, 1996).

A partir da introdu33o da serra circular na 3nd3stria inglesa em 1805, houve um grande avanço, principalmente com o advento da primeira patente de uma serra circular espec3fica para lamina33o, concedida a um mec4nico franc3s em 1812, e de seu emprego pela 3nd3stria a partir de 1825. Estas serras geravam grande quantidade de res3duos, o que levou ao surgimento da primeira m3quina laminadora por faqueamento, patenteada por Charles Picot, em 1834, na França (KOLLMANN *et al*, 1975).

A primeira m3quina a produzir l4minas cont3nuas por faqueamento de toras em torno desfolhador surgiu em 1818. Entretanto, nos Estados Unidos, existe uma patente de torno laminador de 1840, concedida a Dresser, e na França outra concedida a Garand, em 1844. Neste processo as toras possuíam normalmente, 2 m de comprimento e a velocidade de lamina33o situava-se na faixa de 4 a 5 m/min (MENDES, 2009).

Com o advento da Primeira Guerra Mundial, al3m do surgimento de novos adesivos, houve uma acentuada evolu33o na produ33o de l4minas e compensados, devido 3 utiliza33o destes produtos na 3rea militar. Com o fim da guerra, ap3s 1918, os maiores consumidores de compensados foram 3 3nd3stria moveleira e os estaleiros, estes 3ltimos voltados para a reconstru33o da frota mercante, o que ocasionou um grande crescimento na 3nd3stria da lamina33o. O derradeiro impulso se deu com a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento e automa33o dos sistemas de produ33o cont3nua, proporcionando uma gama crescente de produtos de qualidade superior e menores custos (KOLLMANN *et al*, 1975).

Segundo Albuquerque (1996), a presente utiliza33o dos produtos de lamina33o se encontra bem diversificada, por exemplo: nas peç3s componentes de uma moderna casa de madeira (pisos, forros, paredes internas e externas, telhados, etc), na confec33o de embarca33es, na produ33o de embalagens especiais resistentes 3 exposi33o ao tempo, na fabrica33o de instrumentos musicais e esportivos, assim como na constru33o civil e etc.

A produção de lâminas por “faqueamento” ou “fatiamento” responde por 5% do total de laminas produzidas (SELLERS JR., 1985). A lâmina faqueada é a obtida a partir de uma tora inteira, da metade ou de um quarto da tora. Esta é presa nos lados para que uma faca do mesmo comprimento seja aplicada sob pressão, produzindo assim fatias únicas. Essas lâminas possuem desenhos atraentes e por isso possuem maior valor comercial (MENDES, 2009).

A faqueadeira é um equipamento utilizado exclusivamente para produção de lâminas decorativas. A tora é desdobrada em blocos ou pranchões de vários formatos e o faqueamento é executado de forma descontínua, através de cortes planos. Devido ao processo de corte plano, as lâminas são menos propensas a fendilhamento superficial, quando comparado ao processo de desenrolamento em torno. A produção é menor em relação ao torno, devido ao movimento de corte ser descontínuo e de forma alternada. São obtidas lâminas finas com espessuras variando normalmente entre 0,6 a 1,5 mm e são empregadas como material de revestimento. A obtenção de lâminas na sequência possibilita a produção de compensado seriado, o qual apresenta maior valor estético (IWAKIRI, 2005).

3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LÂMINAS DE MADEIRA

De acordo com Souza (2008) Perante a legislação, resíduos derivados da madeira que não foram submetidos previamente a soluções preservantes, vernizes, tintas e outros componentes prejudiciais à saúde humana e ambiental, são classificados como não inertes (Classe IIA).

Fontes (1994), os resíduos de madeira são classificados em três tipos: Serragem: resíduo originado da operação de serras, encontrado em todo tipo de indústria, à exceção das laminadoras; Cepilho: conhecido também como maravalha, é o resíduo gerado pelas plainas nas instalações de serraria/beneficiamento e beneficiadoras (indústrias que adquirem a madeira já transformada e a processam em componentes para móveis, esquadrias, pisos, forros, etc.) e Lenha: resíduos de maiores dimensões, gerado em todos os tipos de indústria, composto por costaneiras, aparas, refilos, resíduo de topo de tora, e restos de lâminas.

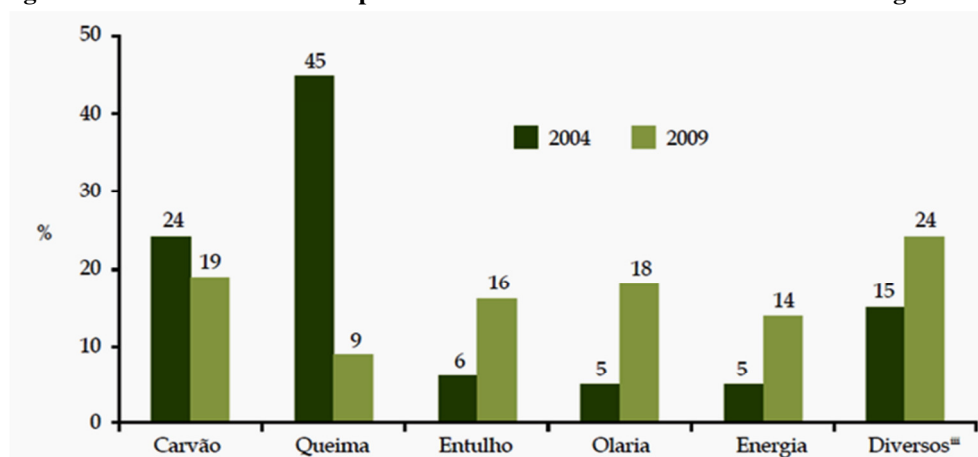
Para Hübblin (2000), os principais resíduos são: a serragem, originada da operação das serras, que pode chegar a 12% do volume total de matéria-prima; os cepilhos ou maravalhas, gerados pelas plainas, que podem chegar a 20% do volume total de matéria-prima nas indústrias de beneficiamento, a lenha ou cavacos composta por costaneiras, aparas, refilos, cascas e outros, que pode chegar a 50% do volume total de matéria-prima, nas serrarias e laminadoras.

3.5 POTENCIAL DE USO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA NO ESTADO DO PARÁ

Em 2009, o volume de madeira em tora não aproveitado diretamente pela indústria madeireira foi de 8,4 milhões de metros cúbicos conforme descrito na Figura 1. Desse total, 19% foram convertidos em carvão vegetal, principalmente nas proximidades dos polos guzeiros do Maranhão e leste do Pará, para efeito comparativo em 2004 a participação deste tipo de aproveitamento foi de 24%, (PEREIRA, 2010).

A destinação de resíduos para uso em olarias (fabricação de tijolos e telhas de barro) aumentou de 8% em 2004 para 18% em 2009. Por sua vez, o uso de resíduos para cogeração de energia no processamento de madeira ou para uso em estufas de secagem subiu de 5%, em 2004, para 14%, em 2009. Além disso, 24% dos resíduos foram aproveitados de formas diversas usados em aterros, adubos, lenha, entre outros (PEREIRA, 2010). Os resíduos não aproveitados foram queimados ou abandonados como entulho. Em 2009, os resíduos queimados a céu aberto representaram 9% do total dos resíduos, contra 45% em 2004. Por outro lado, a proporção do volume de entulhos passou de 6% em 2004 para 16% em 2009 exposto na Figura 1.

Figura 1 – Destínos dos resíduos do processamento madeireiro nos estados da Amazônia Legal em 2004 e 2009



* Inclui o aproveitamento dos resíduos como adubo, em aterros, lenha, entre outros.

Fonte: PEREIRA (2010).

De acordo com as informações descritas na Figura 1, confirma que é possível realizar um melhor aproveitamento dos resíduos gerados nas indústrias de lâminas faqueadas contribuindo para redução de áreas de estocagem, menores custos de movimentação e redução de poluição ambiental.

Segundo Hummel (1994), as utilizações dos resíduos são citadas no Plano Nacional de Conservação e Desenvolvimento - PNCD, como um dos problemas a serem enfrentados pelo

setor das indústrias que utilizam madeira como insumos, uma vez que estes são pouco utilizados e quando o são é somente para geração de energia. De acordo com Jara (1987) a maior preocupação em relação ao grande volume de resíduos gerados atualmente durante o processo produtivo é quanto ao seu uso ou seu destino final. Por muitas décadas estes resíduos foram queimados. Hoje, uma pequena parte desse resíduo é utilizada para produzir novos produtos.

Para que se possa obter um crescimento econômico e social fazendo uso racional dos recursos naturais, sabe-se que um dos caminhos é a aplicação das “tecnologias limpas”, economicamente viáveis e seguras, que permitam satisfazer as necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações. As empresas tornam-se mais competitivas nos mercados interno e externo e atendem a exigências ambientais e sociais, cada vez mais elevadas; ressalta duas situações: a de biosistemas integrados, que prevê a integração de resíduos a novos projetos que não gerem poluição e a industrialização, que prevê o conglomerado industrial de emissão zero, ou seja, a organização de empresas de forma que aproveite os resíduos da outra, agregando o valor. Em função desta utilização de resíduos, a tecnologia entra em varias etapas, evitando desperdícios. Além de reaproveitar o que era considerado “lixo” e agregando valor ao novo produto, esse processo pode gerar receita para a empresa e geração de novos empregos.

A resolução do CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997, diz que “a própria atividade poluidora deverá promover o tratamento e disposição final de seus resíduos, logo, o empreendimento não deverá colocar empecilhos para realizar a gestão dos resíduos, pois e seu dever fazê-lo”. Usos alternativos são apresentados Borges et al. (1993), que mostra a utilização da serragem como cama de gado e cobertura do solo dentro de galinheiros. Ishigami (1986) apresenta a oportunidade de usar serragem como substrato para produção de cogumelo comestível. Skjelmerud (1961) vislumbra a possibilidade de compactar serragem e cavacos para produzir briquetes.

Os resíduos possuem muitas aplicações, porém as possibilidades de uso são limitadas pela dificuldade de manipulação, pela falta de uniformidade e pela disponibilidade descontínua ao longo do tempo. Uma das maiores barreiras é que estes resíduos muitas vezes não podem ser utilizados nos locais onde foram gerados e necessitam ser transportado para outras plantas processadoras, aumentando o custo de seu manuseio. Esta observação se encaixa com a realidade da Amazônia, onde soluções técnicas - científicas já existem, mas à distância, eleva o custo do transporte, inviabilizando o aproveitamento dos resíduos.

3.6 ESPÉCIES DE MADEIRA NATIVAS ENCONTRADAS NO MUNICÍPIO ANAPU-PA

De acordo com Souza (2009), a vegetação original da área do município é formada de Floresta Tropical Ombrófila/heterogênea. Rica em várias espécies de madeiras de lei, tais como: Mogno (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Ipê (*Tabebuia serratifolia*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*), Angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke), Andiroba (*Carapa guianensis*), Tatajuba (*Bagassa guianensis*), Amarelão (*Euxylophora paraensis*), Acapu (*Vouacapoua americana*), Cumarú (*Dipteryx odorata*), Piquiá (*Caryocar brasiliense*), Melancieira (*Alexa grandiflora*), Freijó (*Cordia goeldiana*), Marupá (*Simarouba amara*).

3.7 ESPÉCIES DE MADEIRAS UTILIZADAS NA EMPRESA

As espécies de madeira usadas para o estudo foram **curupixá** (*Micropholis meliniana*), **goiabão** (*Pouteria pachycarpá*) e **tauari** (*Couratari oblongifolia*) espécies que fazem parte do seletor grupo de madeiras da Amazônia, que tem sido explorado para o consumo no mercado interno e externo.

3.7.1 Curupixá (*Micropholis meliniana*)

Família das Sapotáceas, nome comercial no Brasil abiu-guarará, gogó-de-guariba, guarará, grumixá, grumixava, rosadinho, origem ocorre no Pará, Amazonas, Rondônia e Maranhão, nas Figuras 2a, 2b e 3a, 3b são visualizadas algumas características morfológicas da espécie, na área comercial geralmente a altura chega a 9,50 m, com o DAP (diâmetro a altura do peito) igual a 44,00 cm e com o DAS (diâmetro a altura da sapopema) igual a 51,00 cm, com tronco retilíneo e com sapopema de baixa a 1,57 m, as características gerais referente ao cerne pouco distintos, em relação a cor do cerne, marrom a marrom-rosado, o alburno pouco distintos, cor do Alburno, encontrasse no tom marrom-claro, os anéis de crescimento pouco distintos, a grã apresenta ondulações a direita, a textura é fina, o brilho é moderado, cheiro imperceptível, a resistência ao corte transversal manual é dura, a densidade é média, com densidade a 12% de umidade de 790 kg/m³ e densidade verde de 1.210 kg/m³, em relação a secagem ocorre rápida ao ar, com tendência a arqueamento moderado e a rachaduras leves a moderadas, a trabalhabilidade é fácil no processamento do torno e na broca, resultando em excelente acabamento, a durabilidade do cerne considera-se moderadamente resistente à podridão-branca e muito resistente à podridão-parda, suscetível ao ataque de cupins de madeira seca, a preservação do alburno moderadamente fácil de tratar e seus possíveis usos

são na construção civil, torneados, móveis, artigos domésticos decorativos, utensílios domésticos, produção de chapas e outros (SOUZA et al, 1997).

Figura 2 - Espécie curupixá: a. Árvore; b. Casca



Fonte: Souza et al (1997)

Figura 3 - Espécie curupixá: a. Tora; b. Lâmina



Fonte: Souza et al (1997)

3.7.2 Goiabão (*Pouteria pachycarpá*)

Família das Sapotáceas, nome comercial no Brasil abiu-casca-grossa, abiurana, abiurana-amarela, abiurana-goiaba, origem ocorre no Pará, Amazonas e Maranhão, nas Figuras 4a, 4b e 5a, 5b são visualizados algumas características morfológicas, na área comercial geralmente a altura chega a 9,01 m, com o DAP (diâmetro a altura do peito) igual a 51,41 cm, com tronco retilíneo, as características gerais referentes ao cerne indistintos, em relação à cor do cerne, amarelo, o alburno indistintos, cor do Alburno, encontrasse no tom amarelo-pálido, os anéis de crescimento distintos, a grã apresenta-se direita ou reversa, a textura média a fina, o brilho é moderado, cheiro imperceptível, a resistência ao corte transversal manual é dura, a densidade é pesada, com densidade a 12% de umidade de 930

kg/m³ e densidade verde de 1.190 kg/m³, em relação à secagem muito rápida em estufa, apresentando pequena tendência a encanoamento médio, a rachadura de topo forte e moderada tendência a torcimento médio. Neste caso recomenda-se uma secagem mais lenta para se evitar ou diminuir esses defeitos, a trabalhabilidade na plaina é regular de trabalhar, acabamento regular, na lixa regular de trabalhar, acabamento excelente, no torno muito fácil de trabalhar, acabamento excelente, na broca muito fácil de trabalhar, com bom acabamento. Recomenda-se perfuração prévia à colocação de pregos. Algumas pessoas são alérgicas à serragem desta madeira, a durabilidade do cerne considera-se de baixa resistência a fungos e cupins, a preservação da madeira é fácil sob pressão com creosoto (oleossolúvel) e com CCA-A (hidrossolúvel). Em relação aos usos utiliza-se para móveis, artigos domésticos decorativos, torneados, lâminas, construção civil, tacos, chapas e outros (SOUZA et al, 1997).

Figura 4 - Espécie goiabão: a. Árvore; b. Casca



Fonte: Souza et al (1997)

Figura 5 - Espécie goiabão: a. Tora; b. Lâmina



Fonte: Souza et al (1997)

3.7.3 Tauari (*Couratari oblongifolia*)

Família das Lecythidaceae, nome comercial no Brasil imbirema, tauari-amarelo, tauari-morrão, estopeiro, origem ocorre nas matas de terra firme no Amazonas, Pará, Roraima, Amapá, também nas Guianas e Suriname, nas Figuras 6a, 6b, e 7a, 7b são visualizados algumas características morfológicas, na área comercial geralmente a altura chega a 9,00 m, com o DAP (diâmetro a altura do peito) igual a 58,00 cm e com o DAS (diâmetro a altura da sapopema) igual a 59,60 cm, com tronco retilíneo e com sapopema de baixa a 10,20 m, as características gerais referentes ao cerne indistintos, em relação à cor do cerne, branco-amarelado a marrom-amarelado-claro, o alburno indistintos, cor do Alburno, encontrasse no tom branco-amarelado a marrom-amarelado-claro, os anéis de crescimento pouco distintos, a grã apresenta-se direita, a textura média, o brilho é moderado, cheiro

perceptível, a resistência ao corte transversal manual é dura, a densidade é leve a média, com densidade a 12% de umidade de 590 kg/m³ e densidade verde em torno de 1.100 kg/m³, em relação à secagem muito rápida em estufa e, normalmente, não apresenta defeitos significativos, a trabalhabilidade é de fácil processamento, gerando superfície de acabamento liso e de boa colagem, quanto a durabilidade identificou-se que a espécie têm uma tendência a manchar (mancha azul), devendo ser utilizadas secas e protegidas da umidade e de insetos, a preservação é muito fácil de preservar com creosoto (olelossolúvel) e CCA-A (hidrossolúvel) aplicados sob pressão. Em relação aos usos utiliza-se para construção civil e naval, móveis, artigos decorativos, utensílios domésticos, brinquedos, instrumentos musicais, caixas, engradados, embalagens, peças encurvadas, marcenaria, lâminas, compensados e outros (SOUZA et al, 1997).

Figura 6 - Espécie tauari: a. Árvore; b. Casca



Fonte: Souza et al (1997)

Figura 7 - Espécie tauari: a. Tora; b. Lâmina



Fonte: Souza et al (1997)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Atuando desde 1979 no Estado do Pará, a empresa estudada está localizada na rodovia BR. 230, S/N, Km 141 Transamazônica, zona rural, do município de Anapú, situada nas coordenadas geográficas de 3°18'01,52" Sul e 51°25'28,43" Oeste, mesorregião sudoeste Paraense, microrregião de Altamira. Limita-se ao norte com o município de Portel, ao sul com o município de São Félix do Xingu, ao leste com os municípios de Pacajá e Novo Repartimento, e a Oeste com os municípios de Senador José Porfírio e Vitória do Xingu.

A empresa possui capacidade produtiva para processar o volume de toras de 10.800 m³ anuais. O corpo funcional é composto por 92 colaboradores na produção e 4 na administração, sua classificação e de porte médio,. A empresa possui uma área útil total de 15.230,00 m². A disponibilidade de matéria prima para a indústria ocorre com espécies de florestas nativas advindas dos projetos de manejo sustentável, localizados no próprio município de Anapú-PA, sua produção está voltada para a fabricação de lâminas faqueadas de madeira para revestimentos da indústria de móveis e construção civil, fornecendo ao mercado nacional e internacional. Os principais países compradores dos produtos da empresa são os Estados Unidos e países Europeus.

4.2 COLETAS DE DADOS

A escolha da empresa como objeto de estudo justificou-se pela facilidade na obtenção de dados, pelo potencial ambiental de suas matérias-primas e a percepção de que o alto volume de resíduos gerados compromete seu desempenho econômico e ambiental.

O presente trabalho detém-se ao estudo da quantificação de resíduos sólidos gerados durante o processo produtivo de lâminas faqueadas de madeira. Os dados coletados, bem como as ferramentas aplicadas, espelham a realidade específica da empresa, não representando a realidade do setor, da cadeia produtiva ou dos mercados nacional e internacional.

Os dados quantitativos, qualitativos, relativos aos produtos e processos representam a realidade do período em que foram coletados, portanto, apresentam um panorama daquele momento. Alterações em processos e produtos podem gerar resultados diferentes dos apresentados neste estudo.

Buscou-se através do estudo descrever o processo produtivo desde a chegada da matéria no pátio de estocagem da empresa até a expedição do produto acabado, assim classificar e quantificar os resíduos gerados desse processo produtivo. As coletas de dados para o estudo ocorreram em julho de 2015 e abril de 2016. Inicialmente, foi feita visita à sede da empresa para a explanação da importância e objetivos do trabalho, bem como o método a ser utilizado, firmou-se a parceria e fidelidade à pesquisa por meio de um termo de compromisso (Apêndice A) desta forma foi permitido o acesso ao parque fabril.

Nestas ocasiões foram feitos levantamentos fotográficos dos processos, observações, croquis de layouts e consultas a documentos de interesse da pesquisa, tais como: planilhas de produção mensal e ordens de produção. Também foram realizadas entrevistas semiestruturadas com o diretor da empresa e com o supervisor de produção para melhor compreensão do processo e dos produtos da empresa. Adotou-se um roteiro básico de perguntas cujos objetivos foram obter: Informações gerais sobre a empresa, Matéria-prima consumida, Equipamentos utilizados, Resíduos gerados (Apêndice B). Os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho com resíduos sólidos consistem na observação e a identificação do processo produtivo.

4.3 CARACTERIZAÇÕES DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO

O acompanhamento em cada etapa do processo produtivo se deu através do auxílio do supervisor de produção da empresa, que explicou quais os procedimentos a serem tomados com a chegada da matéria-prima (toras) na empresa, como se realiza o descarregamento e armazenamento no pátio de estocagem, as etapas de mensurações das toras, os cortes de seccionamento, abertura dos blocos na serra circular e serra de fita, a fase de cozimento, o plainamento dos blocos, a laminação, o processo de secagem, a classificação das lâminas, o empacotamento e quais os dos resíduos sólidos foram gerados em cada uma dessas etapas, após esta fase de descrição foi realizado a quantificação de cada tipo de resíduos com fórmulas matemáticas. As etapas foram acompanhadas no horário das 7h15min às 11h30min e das 13h30min às 17h15min, durante o período de 5 dias.

4.4 MENSURAÇÕES DO VOLUME GEOMÉTRICO DAS TORAS

Foram selecionadas 40 (quarenta) toras, para cada espécie estudada, totalizando 120 (cento e vinte toras), este número de toras citado foi referente à operação realizada no processo produtivo de 11 a 15 de abril 2016. Para a determinação do volume foi utilizado o método em que se obtêm duas medidas do diâmetro na ponta mais fina e duas medidas do diâmetro na ponta mais grossa da tora. As medidas foram necessariamente cruzadas. Em seguida, chega-se a média dessas quatro medidas, ou seja, o diâmetro D. Toma-se a medida D e a eleva ao quadrado. Em seguida o resultado é multiplicado pelo fator 0,7854. O resultado dessa operação é multiplicado pelo comprimento das toras. O volume geométrico é calculado pela seguinte Fórmula 1 descrita na sequência, os devidos cálculos mensurados estão descritas no (Apêndice C).

$$VG = D * C * 0,7854 \quad (\text{Fórmula 1})$$

$$D = ((d1+d2+d3+d4)/4)^2$$

Onde:

D – Diâmetro médio da tora na ponta fina com o diâmetro médio da ponta grossa, a média dos dois diâmetros e elevada a quadrado.

C – Comprimento da tora

VG – Volume Geométrico em (m³)

0,7854 - Coeficiente que representa o π (pi) dividido por 4 (quatro)

4.5 MENSURAÇÕES DO VOLUME DE LÂMINAS FAQUEADAS

O processo de laminação passa por algumas fases, tendo início na preparação das toras que são seccionadas em tamanho padrão de 2,60 m de comprimento, a lâmina faqueada é obtida a partir do bloco com comprimento padrão de 2,60 m, pois este segue o padrão da tora, o bloco é fixado nas extremidades para que uma faca do mesmo comprimento aplique pressão, produzindo assim fatias únicas. Essas lâminas possuem características visuais de alta qualidade, por isso possuindo grande valor comercial.

Para o cálculo do volume laminado (VL), foi utilizada a seguinte Fórmula 2 descrita na sequência, os cálculos de volumes referentes a cada uma das espécies, são descritas no (Apêndice D).

$$VL = N * E * L * C \quad (\text{Fórmula 2})$$

Onde:

VL – Volume laminado em (m³)

N – Número de cortes em (m).

E – Espessura da lâmina em (m), dimensão adotada pela empresa 0,00055 m

L – Largura da lâmina em (m), dimensão adotada pela empresa 0,26 m

C – Comprimento da lâmina (m), dimensão adotada pela empresa 2,60 m

4.6 RENDIMENTOS VOLUMÉTRICOS DAS LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA

O rendimento em madeira laminada ou porcentagem de aproveitamento é a relação entre o volume de madeira laminada produzida e o volume das toras do processo produtivo, expresso em porcentagem. Este coeficiente é afetado pela interação de diversos fatores como o diâmetro, o comprimento, a conicidade e a qualidade das toras e as características morfológicas das espécies. O rendimento volumétrico da madeira faqueada, foi obtido através da Fórmula 3 descrita na sequência, os cálculos estão descritos no (Apêndice E).

$$R = VL / G * 100 \quad (\text{Fórmula 3})$$

Onde:

R = Rendimento em porcentagem

VL = Volume de lâmina faqueada em m³

VG = Volume geométrico de toras em m³

4.7 QUANTIFICAÇÕES DOS RESÍDUOS GERADOS

Na empresa analisada foi constatado que a tora ao ser desdobrada começava a gerar os resíduos, para se obter os volumes de resíduos produzidos dos destopos de toras foi calculada a diferença de volume geométrico das toras antes do seccionamento, pelo volume de toras após o seccionamento, os volumes de resíduos de serragem e cavacos foram calculados pelo volume de resíduos coletados do tambor coletor de pó utilizado na empresa conforme Figuras 8a e 8b descritas na sequência, cada tambor possui capacidade de coleta de 0,2 m³ de resíduos.

Figura 8 – a. Tambor metálico de aspiração; b. Realização da aspiração de serragem



Fonte: Autor, 2016

A mensuração do volume de costaneiras foi realizada pela diferença do volume total das toras seccionadas, pelo volume total dos blocos e pela diferença das tábuas com defeitos que sai da serra de fita, cujas dimensões finais representam 3,5 cm de espessura, 18 cm de largura e 260 cm comprimento. O volume de tábuas de aproveitamento dos blocos se obteve pelo cálculo das dimensões específicas de 3 cm de espessura, 26 cm de largura e 260 cm comprimento, os resíduos de lâminas defeituosas se deu pelo número de lâminas descartadas no processo, calculada suas dimensões.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO PARA OBTENÇÃO DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA

As toras de madeira vêm dos projetos de manejo localizados no próprio município de Anapú-PA, já se encontram cortadas e desganhadas, sendo transportadas para à indústria através de caminhões Figura 9.

Figura 9 – Chegada das toras de madeiras no pátio de estocagem da empresa



Fonte: Autor, 2016

Ao chegar a seu destino as toras são descarregadas e organizadas no pátio de estocagem com auxílio de uma pá carregadeira Figuras 10 e 11.

Figura 10 – Caminhão sendo descarregado no pátio de estocagem da empresa



Fonte: Autor, 2016

Figura 11– Toras de madeira sendo armazenada por espécie no pátio de estocagem da empresa



Fonte: Autor, 2016

No decorrer do processo as toras são beneficiadas através dos lotes de estocagem por antiguidade conforme Figura 12, o beneficiamento é realizado pelos pedidos dos compradores do produto final.

Figura 12 – Lotes de madeira estocada por antiguidade no pátio de estocagem da empresa



Fonte: Autor, 2016

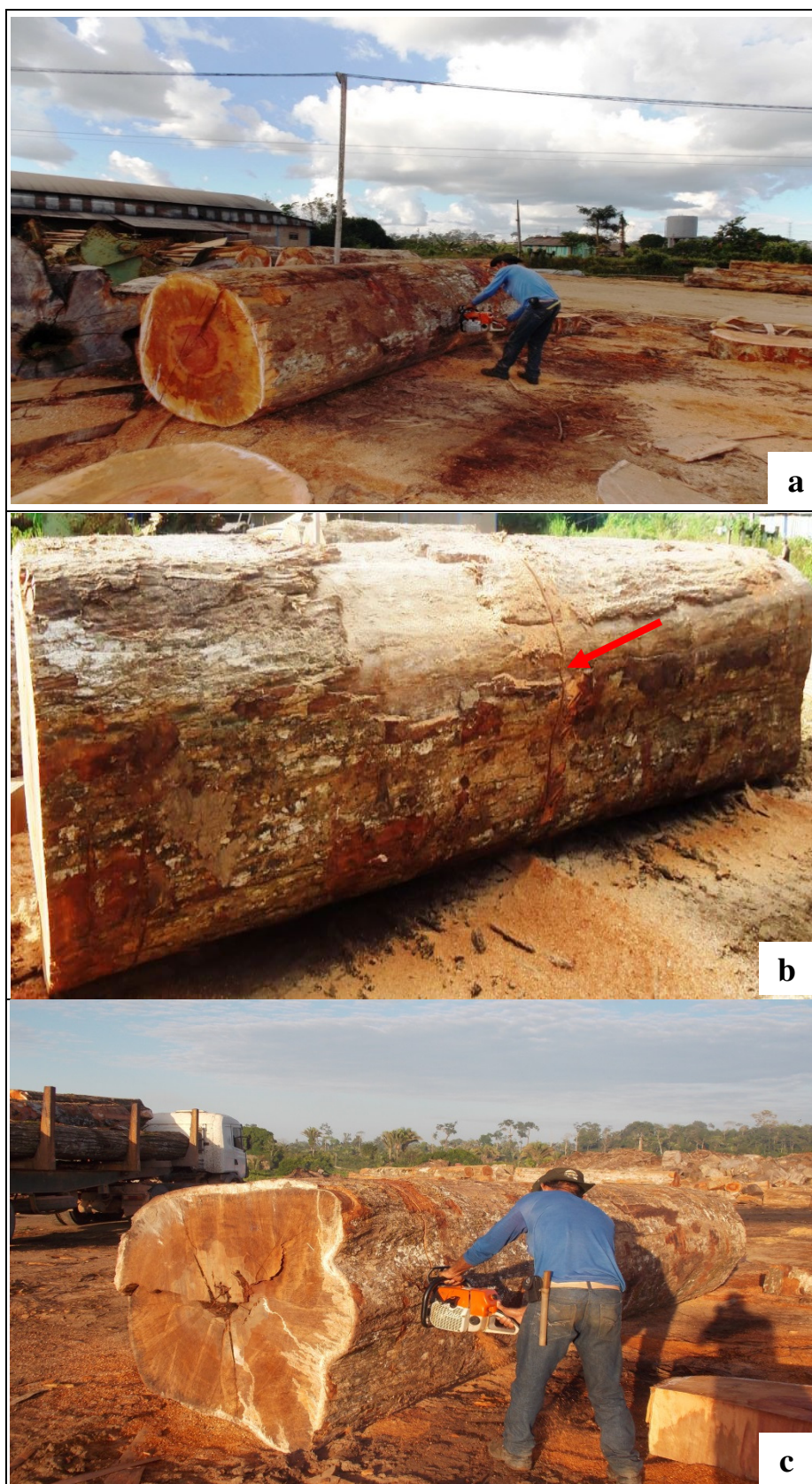
Após a realização do pedido para o beneficiamento, as toras são mensuradas no pátio de estocagem da empresa, onde são coletados os valores de comprimento e os seus diâmetros, sendo depois anotado no romaneio de toras conforme Figuras 13a e 13b na sequência, com os valores anotados as toras são seccionadas ainda no pátio de estocagem da empresa para ficar no tamanho padrão de formação dos blocos Figuras 14a, 14b e 14c na sequência.

Figura 13 – a. Mensuração das toras no pátio de estocagem da empresa; b. anotação dos valores das mensurações no romaneio de toras.



Fonte: Autor, 2016

Figura 14 – a. Seccionamento central da tora; b.. Visualização da área central da tora seccionada; c. Seccionamento das extremidades da tora.



Fonte: Autor, 2016

As toras já seccionadas são encaminhadas até a serraria para a formação dos blocos. Figura 15 na sequência, as já seccionadas no tamanho padrão passa por uma serra circular radial para abertura dos blocos seguindo o tipo de corte e desenho desejado pela empresa. Figuras 16 na sequência.

Figura 15 – Toras seccionadas que seguirão para serra circular radial



Fonte: Autor, 2016

Figura 16 – Toras seccionadas pela serra circular radial na formação de blocos ainda não definidos seguindo o tipo de corte e desenho desejado pela empresa



Fonte: Autor, 2016

Os blocos ainda não definidos após saírem da serra circular radial, serão deslocados para uma serra fita, que irá retirar as costaneiras e as primeiras tábuas defeituosas Figuras 17a, 17b e 17c, obtendo-se os blocos já definidos, que serão transportados para os tanques de cozimento.

Figura 17 – a. Formação de blocos ainda não definidos na serra de fita; b. Retirada das costaneiras; c. Retirada das primeiras tábuas defeituosas



Fonte: Autor, 2016

A etapa seguinte do processo compreendeu a classificação dos blocos obtidos nas etapas anteriores de forma a selecionar apenas aqueles com total ausência de defeitos, os blocos são preparados, transportados e armazenados nos tanques de cozimento conforme Figuras 18a, 18b e 18c.

Figura 18 – a. Blocos definidos para o cozimento; b. Bloco transportado para o cozimento; c. Blocos no tanque de cozimento



Fonte: Autor, 2016

Com o carregamento completo, os tanques são fechados e posteriormente se inicia o cozimento que é feito através de água quente, este cozimento se dá a uma temperatura no interior do tanque variando entre 90° a 100° C, variando em função da massa específica da madeira. O tempo de cozimento ocorre por um período de 08 (oito) dias, dependendo da espécie de madeira utilizada conforme Figura 19.

Figura 19 – Tanque fechado com madeira em cozimento a uma temperatura no interior do tanque variando entre 90° a 100° C



Fonte: Autor, 2016

Os blocos após o cozimento são plainados e fresados por uma plaina portátil e outra plaina fresadora Figuras 20 e 21, na sequência segue para o faqueamento.

Figura 20 – Blocos plainados com plainas portáteis gerando resíduos sólidos denominados de cavacos



Fonte: Autor, 2016

Figura 21 – Blocos plainados e fresados na máquina fresadora gerando resíduos sólidos denominados de cavacos



Fonte: Autor, 2016

Com os blocos ainda com temperatura elevada é feito transporte e encaixe na faqueadeira Figura 22.

Figura 22 – Bloco plainado e fresado para ser fixado na faqueadeira



Fonte: Autor, 2016

Com o bloco já encaixado na faqueadeira se inicia o processo de laminação, onde são obtidas lâminas finas com espessura de 0,55 mm que serão empregadas como material de revestimento Figuras 23a e 23b.

Figura 23 – a. Movimentação do bloco de madeira na posição vertical passando na faca; b. Obtenção das lâminas faqueadas de madeira



Fonte: Autor, 2016

Ocorrida à laminação, as lâminas que ainda possuem um alto teor de umidade passam por um processo de secagem realizado por um secador contínuo de esteiras metálicas que ao final do processo apresentara as lâminas já no teor de umidade adequado para guilhotinagem Figuras 24a e 24b.

Figura 24 – a. Entrada das lâminas de madeira úmidas no secador; b. Saída das lâminas de madeira secas para guilhotinagem



Fonte: Autor, 2016

Após a secagem, as lâminas são guilhotinadas, agregando as dimensões e retirando imperfeições 25a, 25b e 25c.

Figura 25 – a. Ajuste das lâminas para retirada das imperfeições laterais; b. Ajuste das lâminas para retirada das imperfeições das extremidades; c. Visualização do corte das extremidades.



Finalmente após a fase de guilhotinagem as lâminas são encaminhadas as mesas de classificação para formação dos pacotes, recebem etiquetas onde estão impressas suas principais características (comprimento, largura e quantidade), são empilhados e embalados para serem enviados para a expedição e ao mercado Figuras 26a, 26b e 26c..

Figura 26 – a. Classificação das lâminas; b. pacotes etiquetados; c. pacotes prontos para expedição



Fonte: Autor, 2016

5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS DURANTE O PROCESSO PRODUTIVO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA DE ACORDO COM A NBR10004.

Durante a pesquisa realizada fez-se o levantamento das fontes geradoras processo de produção de lâminas faqueadas de madeira desde o seccionamento da tora até o produto final conforme demonstrado no Quadro 1 na sequência.

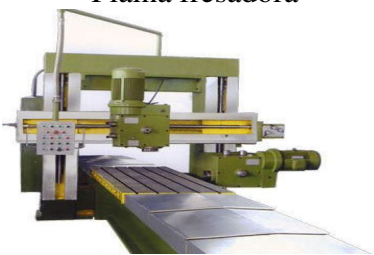
Os resíduos gerados na produção de lâminas faqueadas de madeira foram classificados de acordo com a NBR 10.004 (2004), foi determinada a classificação dos resíduos sólidos gerados no processo de lâminas de madeira, como sendo da classe II A que são resíduos não perigosos e não Inertes. Segundo a Resolução CONAMA nº 313 (2002), dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, e disponibiliza um formulário desenvolvido para a coleta de informações sobre os resíduos sólidos gerados na atividade industrial. Através dele é possível à obtenção das informações gerais da indústria, o processo e as etapas de produção desenvolvida pela indústria, informações sobre os resíduos sólidos gerados e a descrição dos resíduos sólidos industriais gerados pela empresa conforme o Quadro 2 na sequência.

Quadro 1 – Fontes geradoras e resíduos sólidos gerados nas etapas do processo de produção de lâminas faqueadas de Madeira

Nome da fonte	Descrição
Motosserra 	Seccionamento das Toras (matéria prima)
Serra circular radial 	Corte das toras de madeira para formar blocos ainda não definidos
Serra de fita 	Corte dos blocos não definidos para forma blocos definidos para as faqueadeiras

Fonte: Autor, 2016

Quadro 1 – Fontes geradoras e resíduos sólidos gerados nas etapas do processo de produção de lâminas faqueadas de Madeira – continuação

Nome da fonte	Descrição do processo
Plana portátil 	Os blocos já definidos são plainados e são fresados
Plana fresadora 	Os blocos já definidos são plainados e são fresados
Faqueadeira 	Os blocos são Faqueados para produção de lâminas de madeira

Fonte: Autor, 2016

Quadro 2 - Descrição dos resíduos sólidos gerados no processo de produção de lâminas faqueadas de Madeira

Imagem do resíduo	Classificação dos resíduos	Descrição do processo
	Destopos de Toras	Sobras das toras de madeiras que são serradas pela motosserra durante o seccionamento
	Serragem	Pó de fragmentos ou pequenas lascas que saem da madeira quando serrada
	Cavacos	Pequenos pedaços de madeira ou lascas maiores resultantes do plainamento e fresamento

Fonte: Autor, 2016

Quadro 2 - Descrição dos resíduos sólidos gerados no processo de produção de lâminas faqueadas de Madeira – continuação

Imagem do resíduo	Classificação dos resíduos	Descrição do processo
	Costaneiras	Os primeiros resíduos retirados das laterais de uma tora ou bloco
	Tábuas com defeitos	Primeiras tábuas obtida no desdobramento de toras de madeira serrada resultante da formação dos blocos definidos de madeira
	Lâminas com defeitos	Lâminas faqueadas de madeira que apresentam defeitos e não vão para a secagem (estão fora do padrão)
	Tábuas de aproveitamento dos Blocos	Últimas tábuas de madeiras provenientes das sobras dos blocos que foram faqueados

Fonte: Autor, 2016

5.3 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE LÂMINAS FAQUEADAS DE MADEIRA GERADAS DURANTE O PROCESSO PRODUTIVO

Foram mensuradas rigorosamente 40 toras de **curupixá** (*Micropholis meliniana*), 40 toras **goiabão** (*Pouteria pachycarpá*) e 40 toras **tauari** (*Couratari oblongifolia*), este número de toras correspondeu à operação realizada no processo produtivo de 11 a 15 de abril 2016.

Os valores obtidos na mensuração do volume geométrico de toras antes do seccionamento para o curupixá foi de 81,353 m³, para o goiabão foi de 71,246 m³ e para o tauari foi de 82,760 m³, os cálculos para a obtenção do volume geométrico antes do seccionamento estão descritos no (Apêndice C). Os valores obtidos na mensuração do volume geométrico de toras depois do seccionamento para o curupixá foi de 71,246 m³, para o

goiabão foi de 68,721 m³ e para o tauari foi de 71,913 m³, os cálculos para a obtenção do volume geométrico depois do seccionamento estão descritos no (Apêndice D).

Os valores obtidos na mensuração do volume de lâminas faqueadas para o curupixá foi de 44,386 m³, para o goiabão foi de 42,555 m³ e para o tauari foi de 41,100 m³, os cálculos para a obtenção do volume laminado estão descritos no (Apêndice E).

Os rendimentos volumétricos obtidos para a madeira laminada, nos tratamentos estabelecidos foi de 54,56% para curupixá, 48,58% para goiabão e 48,11% para o tauari, os cálculos de rendimentos estão descritos no (Apêndice F).

Na tabela 1, encontra-se um resumo dos valores obtidos nas mensurações do processamento de lâminas faqueadas da empresa avaliada, fazendo referência ao volume geométrico das toras antes e depois do seccionamento, volume laminado e rendimento de madeira laminada.

Tabela 1 – Valores obtidos nas mensurações do processamento de lâminas faqueadas de madeira

Espécie	Volume (m ³)				(%) Rendimento laminado
	Tora	Antes do seccionamento	Depois do seccionamento	Laminado	
Curupixá	40	81,353	71,246	44,386	54,56
Goiabão	40	82,760	68,721	42,555	48,58
Tauari	40	85,430	71923	41,100	48,11

Fonte: Autor, 2016

O rendimento médio geral das três espécies estudadas foi da ordem de 50,41 %, estando dentro do intervalo citado por Fontes (1989) demonstrando que o índice de aproveitamento das toras de madeira no processamento industrial como sendo da ordem de 50 e 60 %, respectivamente.

Em serrarias modernas localizadas no Canadá, Estados Unidos, Alemanha e Finlândia, o rendimento volumétrico pode chegar até 80%, sendo esse alto rendimento explicado pelo uso de madeira de alta qualidade, equipamentos modernos, mão-de-obra treinada e reaproveitamento dos resíduos para outras utilidades (MARCHESAN, 2012).

No estudo realizado por Brand (2000) em uma indústria de base florestal, na região de Rio Negrinho, Santa Catarina, onde são produzidas lâminas em condições semelhantes às da indústria analisada neste estudo, os resultados obtidos foram de 46,59% de rendimento na produção de lâminas, com 8,71% a mais de perda em resíduos na classificação de lâminas. Comparando estes resultados com os obtidos neste trabalho, pode-se dizer que em relação à classificação os resultados diferem, devido a não geração de resíduos na classificação.

O Imazon (2000), ao examinar os fatores que influenciam o rendimento do processamento de toras em dez serrarias e duas laminadoras em Paragominas, no leste do Estado do Pará, buscou avaliar o rendimento do processamento de toras das duas laminadoras, ambas obtiveram um rendimento bastante similar de 39% e 40%.

Segundo estudo realizado por Martins (2002), o rendimento da laminação de toras em duas fábricas de Jaru das espécies bandarrea, cauchó, pinho cuiabano e sumaúma tiveram rendimentos médios de 67,77%, 62,13%, 74,97% e 73,27%.

Os valores apresentados por Martins (2002) foram superiores ao rendimento de 64,9% encontrado pelo IBDF (1984) para as fábricas do Mato Grosso e ao rendimento de 44% obtido por Santos (1986) para as fábricas do Estado do Amazonas.

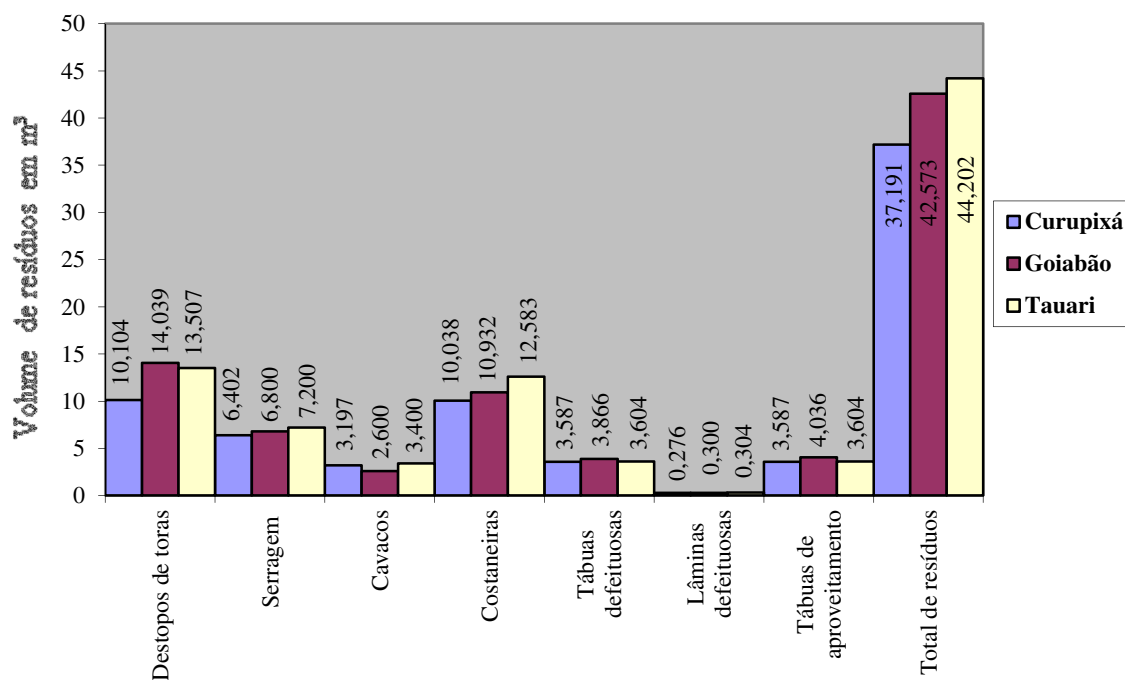
Em relação aos resíduos quantificados no processo produtivo de lâminas faqueadas de madeira, os volumes e seus percentuais estão descritos na tabela 2 e Figura 27 na sequência.

Tabela 2 – Volume e percentuais de resíduos gerados do processamento de lâminas faqueadas de madeira

Espécies	Destopos de toras		Serragem		Cavacos		Costaneiras		Tábuas defeituosas		Lâminas defeituosas		Tábuas de aproveitamento		Total de resíduos	
	(m³)	%	(m³)	%	(m³)	%	(m³)	%	(m³)	%	(m³)	%	(m³)	%	(m³)	%
Curupixá	10,104	12,42	6,402	7,87	3,197	3,93	10,038	12,34	3,587	4,41	0,276	0,34	3,587	4,41	37,191	45,44
Goiabão	14,039	16,96	6,800	8,21	2,600	3,14	10,932	13,21	3,866	4,67	0,300	0,36	4,036	4,87	42,573	51,42
Tauari	13,507	15,81	7,200	8,42	3,400	3,97	12,583	14,72	3,604	4,21	0,304	0,35	3,604	4,21	44,202	51,89

Fonte: Autor, 2016

Figura 27 – Valores dos resíduos originados no do processamento de lâminas faqueadas de madeira



Fonte: Autor, 2016

Ribas et al (1989) estudando a influência do diâmetro e do comprimento de toras de *Pinus elliottii* Engel, var. *elliottii* na produção de madeira serrada e resíduos de serraria, verificaram que as porcentagens de resíduos variaram de 24,5 a 40,5 % e foram significativamente maiores nas toras mais finas e nas mais longas. As maiores quantidades de serragem foram produzidas pelas toras mais finas e mais curtas de 10,9 a 12,8

Peixoto e Iwakiri, (1984); Oliveira et al., (2003) e Biasi, (2005) apresentam que a geração de resíduos obteve uma maior interferência no desdobro de toras em produtos acabados sofrendo variações com o tipo de espécies utilizadas e suas características anatômicas. Fontes (1989) citado por Fontes (1994) confirma em seu estudo realizado junto às indústrias (serrarias e laminadoras) da Região Norte do país, mais precisamente em Rondônia, que o índice de aproveitamento das toras de madeiras no processamento industrial sofre variações em função do tipo e tamanho da indústria, equipamentos e espécies com características anatômicas para gerar uma grande quantidade de resíduos, chegando a apresentar 25 a 70 % do volume da tora.

De acordo com os dados apresentados, os resíduos podem ser utilizados e classificado em subprodutos para usos distintos, contribuindo de maneira decisiva para o aumento dos índices de aproveitamento da tora no processamento primário e, conseqüentemente, melhorando a rentabilidade do empreendimento. Em concordância com alguns autores, o aproveitamento dos resíduos pode significar a viabilidade ou não da atividade produtiva (FAO, 1978; TUSET & DURAN, 1979; MOOSMAYER, 1988 e FAO, 1991).

6 CONCLUSÕES

O estudo apresentou-se focado no mapeamento e entendimento a cerca do processo de fabricação de lâminas faqueadas de madeira, processo esse escolhido pelo médio grau de complexidade, mesmo assim mostrando um processo de uma vasta gama de detalhes.

A pesquisa buscou quantificar os volumes de madeira em tora, volume laminado, rendimento de laminado, a geração e quantificação de resíduos, utilizando as espécies de madeira **curupixá** (*Micropholis meliniana*), **goiabão** (*Pouteria pachycarpá*) e **tauari** (*Couratari oblongifolia*).

As toras foram obtidas de fornecedores do próprio município de Anapú, essas áreas de fornecimento distam de 50 a 100 km da empresa, sendo viável o custo-benefício em relação a transporte e oferta de madeira.

Com relação à conicidade das toras, verificou-se uma diferença média dos diâmetros das toras oscilaram de 65 cm para o curupixá, 64 cm para o goiabão e 66 cm para o tauari, o comprimento das toras para a laminação foi de 5,20 m.

O rendimento relativo (volume de lâminas produzidas em função do volume total da tora) médio foi de 54,56 % para o curupixá, 48,58% para goiabão e 48,11% para o tauari. Estes percentuais de rendimentos foram considerados satisfatórios estando com valores acima do estipulado pela o pela Resolução nº 411 do CONAMA, referente ao coeficiente de rendimento volumétrico de 45% para lâminas faqueadas.

Alguns fatores podem ter influenciado negativamente o rendimento como a qualidade das toras, os diâmetros, as características morfológicas das espécies e metodologia de laminação não apropriada às toras de maiores dimensões.

Observou-se que a metodologia de faqueamento no sentido longitudinal afetou o rendimento industrial das toras, esta técnica, resulta em lâminas de melhor qualidade em função do corte ser realizado no sentido paralelo à grã da madeira. Cabe destacar que outras variáveis são responsáveis pela qualidade das lâminas faqueadas como a rugosidade da superfície aumentou com o aumento da espessura da lâmina, e diminuiu com o aumento da velocidade de corte.

A somatória dos percentuais de resíduos totais gerados na pesquisa em questão variou de 45,44% para o curupixá, 51,42% para o goiabão e 51,89% para o tauari. Pode-se observar que a geração de resíduos variou de acordo com as espécies estudadas. A maior quantidade de resíduos se deu na espécie tauari, devido ser uma espécie de baixa resistência ao ataque de agentes xilófagos. Estes resultados evidenciam a influência significativa das características anatômicas e o diâmetro das toras na geração de resíduos, quanto menor o diâmetro, maior é o

valor total dos resíduos gerados, independente do tipo de indústria onde a madeira está sendo processada.

A classificação e os quantitativos dos resíduos foram discriminados por espécie de madeira, os valores discriminados para o curupixá se deu da seguinte forma: destopos de toras com volume de 10,104 m³ (12,42%), serragem com 6,402 m³ (7,87%), cavacos com 3,197 m³ (3,93 %), costaneiras com 10,038 m³ (12,34%), tábuas defeituosas com 3,359 m³ (4,13%), lâminas defeituosas com 0,276 m³ (0,34%) e tabuas de aproveitamento com 3,587 m³ (4,41%), para a espécie goiabão os resultados foram: destopos de toras com volume de 14,039 m³ (16,96%), serragem com 6,800 m³ (8,21%), cavacos com 2,600 m³ (3,14 %), costaneiras com 10,932 m³ (13,21%), tábuas defeituosas com 3,866 m³ (4,67%), lâminas defeituosas com 0,300 m³ (0,36%) e tabuas de aproveitamento com 4,036 m³ (4,87%) e por fim o tauari a espécie que apresentou o menor rendimento e, consequentemente resultados com a maior geração de resíduos com valores de destopos de toras de 13,507 m³ (15,81%), serragem com 7,200 m³ (8,42%), cavacos com 3,400 m³ (3,97%), costaneiras com 12,583 m³ (14,72%), tábuas defeituosas com 3,604 m³ (4,21%), lâminas defeituosas com 0,304 m³ (0,35%) e tabuas de aproveitamento com 3,772 m³ (4,41%).

O percentual da geração de destopos de toras, costaneira e serragem foi bastante elevado, podendo esses resíduos ser utilizados para outras finalidades como aproveitamento para compostagem, fabricação de briquetes e recuperação energética. O uso de resíduos para produção de outros produtos é uma alternativa para reduzir o grau poluição sobre o meio ambiente e aumentar a lucratividade da empresa.

Conclui-se que a empresa, necessita implantar um plano de gerenciamento de resíduos a fim de obter um melhor aproveitamento dos resíduos gerados no seu processo produtivo e reduzir os passivos ambientais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma NBR 10.004: Resíduos sólidos – classificação**. São Paulo, 2004.

ALBUQUERQUE, C. E. C. de. **Laminação: da madeira dos sarcófagos à moderna indústria**. Revista da Madeira, Curitiba, v.5, n.29, p.38-40, 1996.

BATISTA, D.C. **Laminação de madeiras**. Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Produção e utilização de compensados do curso de Engenharia Florestal, Curitiba: UFPR, 2007. 42p.

BIASI, C. P. **Rendimento em madeira serrada, geração de resíduos e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. Curitiba – PR, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. **Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais**. Revista Floresta, Curitiba, v. 37, n. 1, 14p. 2007.

BORGES, A. S.; Ciniglio, G.; Brito, J. O. 1993. **Considerações energéticas e econômicas sobre resíduos de madeira processada em serraria**. In: Congresso Florestal Brasileiro. v.2. SBS/SBEF, São Paulo, p. 603-6.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRAND, M. A.; MUÑIZ, G. I. B.; SILVA, D. A.; KLOCK, U. **Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais**. Revista Floresta, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Estabelece a revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental**, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> . Acesso em: 12 de março de 2006.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 de agosto. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> . Acesso em 03 de outubro de 2015.

BRASIL. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 de nov. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm> . Acesso em 03 de outubro de 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. **Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos: Projeto PNUD BRA 00/20: Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental**. Curitiba, PR. 2009. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033501.pdf>
Acesso em 30 nov. 2015.

BRITO, E. Oliveira. **Estimativa da produção de resíduos na indústria brasileira de serraria e laminação de madeira**. Revista da Madeira, v. 4, n. 26, p.34-39, 1995).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº411, de 06 de maio de 2009**.

DAROLT, Moacir Roberto. **Lixo Rural: entraves, estratégias e oportunidades**. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdarlixo.html>>. Acesso em 11/11/2015.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 2 ed. ampl. São Paulo: Saraiva. 2001. p. 137.

FOELKEL, C. **Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais Lenhosos da eucaliptocultura**. 2007. Disponível em: <www.eucalyptus.com.br> . Acesso em: abril 2016.

FONTES, P. J. P. **Aproveitamento energético da madeira derivada dos desmatamentos em Rondônia**. IBAMA/DIRPED/LPF. Série Técnica nº 09. Brasília, DF. 1989.

FONTES, P. J. P, “**Auto-Suficiência energética em serraria de pinus e aproveitamento dos resíduos**”, Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

GARCIA, F. M.; MANFIO, R. D.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. Rendimento no desdobro de toras de Itaúba (*Mezilaurus itauba*) e Tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Revista Floresta e Ambiente**. vol.19 n.4 Seropédica Oct./Dec. 2012.

GOMILDE, J.L. **Serraria**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1977. 119p.

HÜEBLIN, H. J. Modelo para a aplicação da metodologia Zeri. **Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento**. Curitiba. 2001. 139 f. Dissertação de mestrado. CEFET.PR. Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/dissertacoes/2001/hans.pdf>>. Acessado em 15/09/2003.

HUMMEL, A. C. et al. **Diagnóstico do sub-setor madeireiro do Estado do Amazonas**. Edição SEBRAE, Manaus. 1994.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: abr. 2016.

ISHIGAMI, D. 1986. **Utilização de resíduos do desdobramento da madeira de Pinus na produção do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus***. Boletim Técnico do Instituto Florestal, 40a(1): 108-15.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: UFPR, 2005. 254 p.
 JARA, E.R.P. **A Geração de resíduos pela serraria**. Boletim ABNT nº 59. IPT. São Paulo, 1987.

KOLLMANN, FP ; KUENZI, EW & STAMM, AJ **Principles of wood science and technology**. New York: Springer, 1975. 703p.

KOCH, P. Material balances and energy required for manufacture. In: ENERGY AND THE WOOD PRODUCTS INDUSTRY. **Proceedings** p-76-14; Forest Products Research Society. Madison, Wisconsin. 1976. p. 24-33

LERIPIO, A. A. **Gerenciamento de resíduos**.
 <<http://www.eps.ufsc.br/~lgqa/Coferecidos.htm>> Acesso em: 03 dez. 2015.

MARCHESAN, R.. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. Curitiba, 2012, 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 2012.

MENDES, L. M. **Produção de lâminas decorativas produzidas por faqueamento**. Revista da Madeira, Curitiba, n.121, p.56-58, 2009.

OLIVEIRA, A. D.; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. N. Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jarú, estado de Rondônia. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 001-015, 2003.

OLIVER, PE. Energy accounting: measuring fuel costs. In: MODERN PLYWOOD TECHNIQUES, vol. 3.: Proceedings, Third Plywood Clinic, LAMBERT, H. G. Ed.; Portland, Oregon, March, 1975. 240p. 94-11 lp.

PEIXOTO, C. D.; IWAKIRI, S. **Dados e índices da indústria madeireira do estado do Amazonas**. Manaus: INPA/CPPF, 1984. 32 p. (Série Técnica, 4).

PEREIRA, D. SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém - PA: IMAZON, 2010.

PEREIRA, LS. & PERDIGÃO, NHB. **Tecnologia da laminação de madeiras**. Curitiba: Optima, 1979, 82p.

PINGREY, W. Forest products energy overview. In: ENERGY AND THE WOOD PRODUCTS INDUSTRY. **Proceedings** p-76-14; Forest Products Research Society. Madison, Wisconsin. 1976. p. 1-16

QUEZADA, A.; LISBOA, C.D.J. **Operación de aseradeos de la region Amazônica**. Informe de consultoria. Projeto PNUD\FAO\IBDF\BRA- 82. Brasília-DF 1984. 105p.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Laboratório de Produtos Florestais - LPF/IBAMA. Brasília, 2003. 14p.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). Lâminas decorativas de madeira natural. Edição nº 93, novembro de 2005.

SEBRAE. **Gestão Sustentável na Empresa**. Cuiabá: Sebrae, 2012.

SELLERS JR., T. **Plywood and adhesive technology**. New York: Marcel Decker, 1985. 661p.

SKJELMERUD, H. 1961. **Usos da serragem e outros resíduos de serrarias**. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, 13 (13): 230-7.

SOUZA, Keli Sabrina. **Viabilidade do aproveitamento de resíduos de madeira para produção de móveis**. Itapeva, 2008. 47 f.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, 1997.

TONINI, H.; ANTONIO, L. M. M. F. **Comunicado Técnico 07**. ISSN 0102-099 Novembro, 2004. Boa Vista, RR.

APÊNDICE A - Termo de compromisso

A empresa _____ CNPJ nº _____
 _____ e inscrição estadual nº _____ legalmente
 representada por seu diretor _____
 inscrição no CPF nº _____ e RG nº _____
 _____ residente e domiciliado no endereço
 _____ por meio deste, permite o acesso para a realização
 de uma pesquisa sobre o processo produtivo de lâminas faqueadas, realização de ensaios
 fotográficos, acesso as planilhas de mensurações de madeira e demais informações necessária
 para a realização desta pesquisa. Declaro aceitar participar da pesquisa, estando de acordo
 com os termos apresentados anteriormente e confirmo a veracidade das informações
 declaradas no questionário submetido esta empresa.

Anapú-PA, _____ de _____ de _____

Empresa XXXXXXXX Representante Legal

Nome: _____

Testemunhas:

Nome: _____

CPF: _____

APÊNDICE B - Informações gerais da empresa

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Nome: _____

Município: _____

CEP: _____ Fone: _____

Pessoa de contato: _____

Cargo: _____ Data de admissão: _____

Tipo de empresa: _____

Vendas no mercado interno: _____ %

Venda no mercado externo: _____ %

RECURSOS HUMANOS

Quadros de funcionários

Divisão de trabalho	N.S	N.M	AUX	TOTAL
Administração				
Produção				
Manutenção				
Total Geral				

PRODUÇÃO

Período de operação _____ horas/semanas _____

_____ dias/semanas _____

_____ dias/mês _____

PRINCIPAIS PRODUTOS

Produtos	Unidade	1	2	3	4	Total

CONSUMO ANUAL DE ENERGIA

Quantidade consumida/trim.

Tipo	Unidade	1	2	3	4	Total

MATÉRIA-PRIMA

Quais as espécies de madeira a empresa processa? _____ %

Qual o volume total de madeira que é consumida na indústria/mês? _____ %

Qual o volume máximo de estocagem no pátio? _____

Existe limite no volume de madeiras em toras que possa ser estocado economicamente?

() Sim () Não.

Caso afirmativo qual a natureza do limite? _____

Existe processo de seleção de toras no pátio da indústria? () Sim () Não. Caso afirmativo, explique o processo.

DESCRIÇÃO DE EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA LINHA DE PRODUÇÃO

Descrição do Equipamento	Marca	Quantidade por tipo

NÍVEL DE PROCESSAMENTO/PRODUTO FINAL

Período de operação	Consumo em tora	Madeira Laminada m³	Relação de laminado por madeira em tora m³

H/D - horas/dias-m³/D - metros cúbicos/dia - D/M - dias/mês m³/ M - metros cúbicos/mês.

Existe controle de qualidade das peças produzidas?

() Sim () Não

As peças que não passam no controle de qualidade são reaproveitadas?

() Sim () Não

Especificação do produto final acabado	Quantidade produzida em m³	Controle de qualidade índice de rejeição %	Índice de perdas reaproveitamento das peças

RESÍDUOS GERADOS

Nome da Empresa									
Data da coleta								Identificação da amostra	
Classificação diâmetrica									
Nº tora	Diâmetro (m)					Comprimento (C)	Volume Geométrico VG = D*C*0,7854 (m³)	Volume Laminado VL = N*E*L*C	
	d1	d2	d3	d4	D				
Total									

Resíduos Gerados no Processo		
	Volume (m³)	Porcentagem
Destopos de toras		
Serragem		
Costaneiras		
Cavacos		
Tábuas de aproveitamento dos blocos		
Outros		
Total de Resíduos		

Qual a destinação dos resíduos da indústria?

- () Utilizá-lo na própria indústria_____ %
 () Vendido a terceiros_____ %
 () Inutilizados para desocupar espaço_____ %

No caso de vendidos a terceiros, qual a forma de comercialização?

- () Vendido como combustível
 () Vendido como matéria-prima para outros usos. Quais?

Resíduo passa por algum tratamento para ser comercializado?

- () Sim () Não.

Qual?_____

APÊNDICE E - Mensuração do volume de lâminas faqueadas de madeira

MADEIRA	Nº de toras	Volume Geométrico VG = $D \cdot C \cdot 0,7854$ em (m³)	Volume dos blocos em (m³)	Nº de lâminas	Comprimento da lâmina (m)	Largura da lâmina (m)	Espessura da lâmina (m)	Volume Laminado VL = N * E * L * C (m³)
CURUPIXÁ	1	1,504	0,828	2.226,98	2,60	0,260	0,00055	0,808
CURUPIXÁ	2	2,572	1,440	3.873,03	2,60	0,260	0,00055	1,420
CURUPIXÁ	3	1,811	0,949	2.552,43	2,60	0,260	0,00055	0,929
CURUPIXÁ	4	2,127	1,191	3.203,31	2,60	0,260	0,00055	1,171
CURUPIXÁ	5	1,403	0,681	1.831,61	2,60	0,260	0,00055	0,661
CURUPIXÁ	6	1,930	1,139	3.063,45	2,60	0,260	0,00055	1,119
CURUPIXÁ	7	1,601	0,813	2.186,64	2,60	0,260	0,00055	0,793
CURUPIXÁ	8	3,084	1,787	4.806,33	2,60	0,260	0,00055	1,767
CURUPIXÁ	9	3,063	1,744	4.690,67	2,60	0,260	0,00055	1,724
CURUPIXÁ	10	1,374	0,756	2.033,33	2,60	0,260	0,00055	0,736
CURUPIXÁ	11	3,767	2,303	6.194,17	2,60	0,260	0,00055	2,283
CURUPIXÁ	12	2,041	1,021	2.746,08	2,60	0,260	0,00055	1,001
CURUPIXÁ	13	3,197	1,852	4.981,15	2,60	0,260	0,00055	1,832
CURUPIXÁ	14	3,217	1,660	4.464,75	2,60	0,260	0,00055	1,640
CURUPIXÁ	15	2,310	1,139	3.063,45	2,60	0,260	0,00055	1,119
CURUPIXÁ	16	1,308	0,708	1.904,23	2,60	0,260	0,00055	0,688
CURUPIXÁ	17	2,296	1,353	3.639,03	2,60	0,260	0,00055	1,333
CURUPIXÁ	18	1,640	0,903	2.428,70	2,60	0,260	0,00055	0,883
CURUPIXÁ	19	1,797	1,079	2.902,08	2,60	0,260	0,00055	1,059
CURUPIXÁ	20	1,281	0,813	2.186,64	2,60	0,260	0,00055	0,793
CURUPIXÁ	21	1,241	0,695	1.869,26	2,60	0,260	0,00055	0,675
CURUPIXÁ	22	3,733	2,051	5.516,39	2,60	0,260	0,00055	2,031
CURUPIXÁ	23	1,520	0,965	2.595,46	2,60	0,260	0,00055	0,945
CURUPIXÁ	24	1,295	0,629	1.691,75	2,60	0,260	0,00055	0,609
CURUPIXÁ	25	1,583	0,933	2.509,39	2,60	0,260	0,00055	0,913
CURUPIXÁ	26	0,944	0,479	1.288,31	2,60	0,260	0,00055	0,459
CURUPIXÁ	27	3,084	1,787	4.806,33	2,60	0,260	0,00055	1,767
CURUPIXÁ	28	3,063	1,744	4.690,67	2,60	0,260	0,00055	1,724
CURUPIXÁ	29	1,374	0,756	2.033,33	2,60	0,260	0,00055	0,736
CURUPIXÁ	30	1,005	0,474	1.274,86	2,60	0,260	0,00055	0,454
CURUPIXÁ	31	2,041	1,021	2.746,08	2,60	0,260	0,00055	1,001
CURUPIXÁ	32	1,010	0,585	1.573,41	2,60	0,260	0,00055	0,565
CURUPIXÁ	33	1,307	0,674	1.812,78	2,60	0,260	0,00055	0,654
CURUPIXÁ	34	1,879	0,926	2.490,57	2,60	0,260	0,00055	0,906
CURUPIXÁ	35	1,308	0,708	1.904,23	2,60	0,260	0,00055	0,688
CURUPIXÁ	36	2,296	1,352	3.636,34	2,60	0,260	0,00055	1,332
CURUPIXÁ	37	1,640	0,903	2.428,70	2,60	0,260	0,00055	0,883
CURUPIXÁ	38	2,042	1,225	3.294,76	2,60	0,260	0,00055	1,205
CURUPIXÁ	39	2,624	1,430	3.846,13	2,60	0,260	0,00055	1,410
CURUPIXÁ	40	3,040	1,702	4.577,71	2,60	0,260	0,00055	1,682
TOTAL		81,353	45,198	130.962,88				44,386

APÊNDICE E - Mensuração do volume de lâminas faqueadas de madeira – continuação

MADEIRA	Nº de toras	Volume Geométrico	Volume dos blocos em (m³)	Nº de lâminas	Comprimento da lâmina (m)	Largura da lâmina (m)	Espessura da lâmina (m)	Volume Laminado
		VG = D*C*0,7854 em (m³)						VL = N * E*L*C m³
GOIABÃO	1	1,928	0,950	2.555,12	2,60	0,260	0,00055	0,930
GOIABÃO	2	2,425	1,520	4.088,20	2,60	0,260	0,00055	1,500
GOIABÃO	3	3,548	1,775	4.774,05	2,60	0,260	0,00055	1,755
GOIABÃO	4	1,783	0,848	2.280,78	2,60	0,260	0,00055	0,828
GOIABÃO	5	3,215	1,637	4.402,88	2,60	0,260	0,00055	1,617
GOIABÃO	6	1,725	0,820	2.205,47	2,60	0,260	0,00055	0,800
GOIABÃO	7	0,944	0,422	1.135,00	2,60	0,260	0,00055	0,402
GOIABÃO	8	2,257	1,149	3.090,35	2,60	0,260	0,00055	1,129
GOIABÃO	9	3,632	1,834	4.932,74	2,60	0,260	0,00055	1,814
GOIABÃO	10	1,420	0,665	1.788,58	2,60	0,260	0,00055	0,645
GOIABÃO	11	1,019	0,416	1.118,86	2,60	0,260	0,00055	0,396
GOIABÃO	12	2,041	0,897	2.412,57	2,60	0,260	0,00055	0,877
GOIABÃO	13	1,240	0,514	1.382,44	2,60	0,260	0,00055	0,494
GOIABÃO	14	3,418	1,459	3.924,13	2,60	0,260	0,00055	1,439
GOIABÃO	15	2,451	1,061	2.853,66	2,60	0,260	0,00055	1,041
GOIABÃO	16	1,371	0,652	1.753,61	2,60	0,260	0,00055	0,632
GOIABÃO	17	2,296	1,680	4.518,54	2,60	0,260	0,00055	1,660
GOIABÃO	18	1,640	0,987	2.654,63	2,60	0,260	0,00055	0,967
GOIABÃO	19	2,542	1,680	4.518,54	2,60	0,260	0,00055	1,660
GOIABÃO	20	1,974	1,023	2.751,46	2,60	0,260	0,00055	1,003
GOIABÃO	21	1,325	0,611	1.643,34	2,60	0,260	0,00055	0,591
GOIABÃO	22	1,610	0,677	1.820,85	2,60	0,260	0,00055	0,657
GOIABÃO	23	1,783	0,940	2.528,22	2,60	0,260	0,00055	0,920
GOIABÃO	24	1,655	0,864	2.323,81	2,60	0,260	0,00055	0,844
GOIABÃO	25	1,725	0,820	2.205,47	2,60	0,260	0,00055	0,800
GOIABÃO	26	0,944	0,422	1.135,00	2,60	0,260	0,00055	0,402
GOIABÃO	27	2,257	1,749	4.704,12	2,60	0,260	0,00055	1,729
GOIABÃO	28	1,810	0,939	2.525,53	2,60	0,260	0,00055	0,919
GOIABÃO	29	1,420	0,665	1.788,58	2,60	0,260	0,00055	0,645
GOIABÃO	30	2,338	0,955	2.568,56	2,60	0,260	0,00055	0,935
GOIABÃO	31	2,041	0,897	2.412,57	2,60	0,260	0,00055	0,877
GOIABÃO	32	1,559	0,730	1.963,40	2,60	0,260	0,00055	0,710
GOIABÃO	33	3,418	1,459	3.924,13	2,60	0,260	0,00055	1,439
GOIABÃO	34	2,451	1,430	3.846,13	2,60	0,260	0,00055	1,410
GOIABÃO	35	1,502	0,900	2.420,64	2,60	0,260	0,00055	0,880
GOIABÃO	36	2,583	1,730	4.653,02	2,60	0,260	0,00055	1,710
GOIABÃO	37	1,640	0,820	2.205,47	2,60	0,260	0,00055	0,800
GOIABÃO	38	2,829	1,480	3.980,61	2,60	0,260	0,00055	1,460
GOIABÃO	39	2,378	1,640	4.410,95	2,60	0,260	0,00055	1,620
GOIABÃO	40	2,624	1,650	4.437,85	2,60	0,260	0,00055	1,630
TOTAL		82,760	43,367	116.639,86				42,555

APÊNDICE E - Mensuração do volume de lâminas faqueadas de madeira – continuação

MADEIRA	Nº de toras	Volume Geométrico	Volume dos blocos em (m³)	Nº de lâminas	Comprimento da lâmina (m)	Largura da lâmina (m)	Espessura da lâmina (m)	Volume Laminado
		VG = $D \cdot C \cdot 0,7854$ em (m³)						VL = $N \cdot E \cdot L \cdot C$ m³
TAUARI	1	2,740	1,239	3.332,42	2,60	0,260	0,00055	1,219
TAUARI	2	2,790	1,420	3.819,24	2,60	0,260	0,00055	1,400
TAUARI	3	1,624	0,565	1.519,61	2,60	0,260	0,00055	0,545
TAUARI	4	2,040	0,710	1.909,61	2,60	0,260	0,00055	0,690
TAUARI	5	1,414	0,492	1.323,27	2,60	0,260	0,00055	0,472
TAUARI	6	2,314	0,805	2.165,12	2,60	0,260	0,00055	0,785
TAUARI	7	2,833	0,986	2.651,94	2,60	0,260	0,00055	0,966
TAUARI	8	2,257	0,785	2.111,33	2,60	0,260	0,00055	0,765
TAUARI	9	1,810	0,630	1.694,44	2,60	0,260	0,00055	0,610
TAUARI	10	1,420	0,494	1.328,65	2,60	0,260	0,00055	0,474
TAUARI	11	3,154	1,082	2.910,15	2,60	0,260	0,00055	1,062
TAUARI	12	2,504	0,874	2.350,71	2,60	0,260	0,00055	0,854
TAUARI	13	1,619	0,563	1.514,23	2,60	0,260	0,00055	0,543
TAUARI	14	3,291	1,138	3.060,77	2,60	0,260	0,00055	1,118
TAUARI	15	2,451	0,853	2.294,22	2,60	0,260	0,00055	0,833
TAUARI	16	3,010	1,047	2.816,01	2,60	0,260	0,00055	1,027
TAUARI	17	1,779	0,619	1.664,85	2,60	0,260	0,00055	0,599
TAUARI	18	1,640	0,571	1.535,75	2,60	0,260	0,00055	0,551
TAUARI	19	2,398	0,835	2.245,81	2,60	0,260	0,00055	0,815
TAUARI	20	2,740	1,672	4.497,02	2,60	0,260	0,00055	1,652
TAUARI	21	2,790	1,980	5.325,42	2,60	0,260	0,00055	1,960
TAUARI	22	0,878	0,450	1.210,31	2,60	0,260	0,00055	0,430
TAUARI	23	1,783	0,654	1.758,99	2,60	0,260	0,00055	0,634
TAUARI	24	1,404	0,750	2.017,19	2,60	0,260	0,00055	0,730
TAUARI	25	1,725	0,863	2.321,12	2,60	0,260	0,00055	0,843
TAUARI	26	1,630	0,651	1.750,92	2,60	0,260	0,00055	0,631
TAUARI	27	2,257	1,670	4.491,64	2,60	0,260	0,00055	1,650
TAUARI	28	1,810	0,989	2.660,01	2,60	0,260	0,00055	0,969
TAUARI	29	1,527	0,630	1.694,44	2,60	0,260	0,00055	0,610
TAUARI	30	1,901	0,840	2.259,26	2,60	0,260	0,00055	0,820
TAUARI	31	2,486	1,730	4.653,02	2,60	0,260	0,00055	1,710
TAUARI	32	1,594	0,632	1.699,82	2,60	0,260	0,00055	0,612
TAUARI	33	1,601	0,786	2.114,02	2,60	0,260	0,00055	0,766
TAUARI	34	2,451	1,760	4.733,71	2,60	0,260	0,00055	1,740
TAUARI	35	3,010	2,760	7.423,33	2,60	0,260	0,00055	2,740
TAUARI	36	1,779	0,879	2.364,15	2,60	0,260	0,00055	0,859
TAUARI	37	1,640	0,980	2.635,81	2,60	0,260	0,00055	0,960
TAUARI	38	2,767	1,850	4.975,77	2,60	0,260	0,00055	1,830
TAUARI	39	2,280	1,958	5.266,25	2,60	0,260	0,00055	1,938
TAUARI	40	2,171	1,720	4.626,12	2,60	0,260	0,00055	1,700
TOTAL		85,430	41,912	112.726,46				41,100

APÊNDICE F - Rendimento volumétrico das lâminas faqueadas de madeira

MADEIRA	Nº de toras	Volume Geométrico	Volume Laminado	Rendimento %
		$VG = D * C * 0,7854 \text{ em m}^3$	$VL = N * E * L * C \text{ m}^3$	$R = VL / VG * 100$
CURUPIXÁ	1	1,504	0,808	53,72
CURUPIXÁ	2	2,572	1,420	55,21
CURUPIXÁ	3	1,811	0,929	51,30
CURUPIXÁ	4	2,127	1,171	55,05
CURUPIXÁ	5	1,403	0,661	47,11
CURUPIXÁ	6	1,930	1,119	57,98
CURUPIXÁ	7	1,601	0,793	49,53
CURUPIXÁ	8	3,084	1,767	57,30
CURUPIXÁ	9	3,063	1,724	56,28
CURUPIXÁ	10	1,374	0,736	53,57
CURUPIXÁ	11	3,767	2,283	60,61
CURUPIXÁ	12	2,041	1,001	49,04
CURUPIXÁ	13	3,197	1,832	57,30
CURUPIXÁ	14	3,217	1,640	50,98
CURUPIXÁ	15	2,310	1,119	48,44
CURUPIXÁ	16	1,308	0,688	52,60
CURUPIXÁ	17	2,296	1,333	58,06
CURUPIXÁ	18	1,640	0,883	53,84
CURUPIXÁ	19	1,797	1,059	58,93
CURUPIXÁ	20	1,281	0,793	61,90
CURUPIXÁ	21	1,241	0,675	54,39
CURUPIXÁ	22	3,733	2,031	54,41
CURUPIXÁ	23	1,520	0,945	62,17
CURUPIXÁ	24	1,295	0,609	47,03
CURUPIXÁ	25	1,583	0,913	57,68
CURUPIXÁ	26	0,944	0,459	48,62
CURUPIXÁ	27	3,084	1,767	57,30
CURUPIXÁ	28	3,063	1,724	56,28
CURUPIXÁ	29	1,374	0,736	53,57
CURUPIXÁ	30	1,005	0,454	45,17
CURUPIXÁ	31	2,041	1,001	49,04
CURUPIXÁ	32	1,010	0,565	55,94
CURUPIXÁ	33	1,307	0,654	50,04
CURUPIXÁ	34	1,879	0,906	48,22
CURUPIXÁ	35	1,308	0,688	52,60
CURUPIXÁ	36	2,296	1,332	58,01
CURUPIXÁ	37	1,640	0,883	53,84
CURUPIXÁ	38	2,042	1,205	59,01
CURUPIXÁ	39	2,624	1,410	53,73
CURUPIXÁ	40	3,040	1,682	55,33
TOTAL				54,56

APÊNDICE F - Rendimento volumétrico das lâminas faqueadas de madeira – continuação

MADEIRA	Nº de toras	Volume Geométrico	Volume Laminado	Rendimento %
		$VG = D * C * 0,7854 \text{ em m}^3$	$VL = N * E * L * C \text{ m}^3$	$R = VL / VG * 100$
GOIABÃO	1	1,928	0,930	48,2
GOIABÃO	2	2,425	1,500	61,9
GOIABÃO	3	3,548	1,755	49,5
GOIABÃO	4	1,783	0,828	46,4
GOIABÃO	5	3,215	1,617	50,3
GOIABÃO	6	1,725	0,800	46,4
GOIABÃO	7	0,944	0,402	42,6
GOIABÃO	8	2,257	1,129	50,0
GOIABÃO	9	3,632	1,814	49,9
GOIABÃO	10	1,420	0,645	45,4
GOIABÃO	11	1,019	0,396	38,9
GOIABÃO	12	2,041	0,877	43,0
GOIABÃO	13	1,240	0,494	39,8
GOIABÃO	14	3,418	1,439	42,1
GOIABÃO	15	2,451	1,041	42,5
GOIABÃO	16	1,371	0,632	46,1
GOIABÃO	17	2,296	1,660	72,3
GOIABÃO	18	1,640	0,967	59,0
GOIABÃO	19	2,542	1,660	65,3
GOIABÃO	20	1,974	1,003	50,8
GOIABÃO	21	1,325	0,591	44,6
GOIABÃO	22	1,610	0,657	40,8
GOIABÃO	23	1,783	0,920	51,6
GOIABÃO	24	1,655	0,844	51,0
GOIABÃO	25	1,725	0,800	46,4
GOIABÃO	26	0,944	0,402	42,6
GOIABÃO	27	2,257	1,729	76,6
GOIABÃO	28	1,810	0,919	50,8
GOIABÃO	29	1,420	0,645	45,4
GOIABÃO	30	2,338	0,935	40,0
GOIABÃO	31	2,041	0,877	43,0
GOIABÃO	32	1,559	0,710	45,5
GOIABÃO	33	3,418	1,439	42,1
GOIABÃO	34	2,451	1,410	57,5
GOIABÃO	35	1,502	0,880	58,6
GOIABÃO	36	2,583	1,710	66,2
GOIABÃO	37	1,640	0,800	48,8
GOIABÃO	38	2,829	1,460	51,6
GOIABÃO	39	2,378	1,620	68,1
GOIABÃO	40	2,624	1,630	62,1
TOTAL				48,58

APÊNDICE F - Rendimento volumétrico das lâminas faqueadas de madeira – continuação

MADEIRA	Nº de toras	Volume Geométrico $VG = D * C * 0,7854 \text{ em m}^3$	Volume Laminado $VL = N * E * L * C \text{ m}^3$	Rendimento % $R = VL / VG * 100$
TAUARI	1	2,740	1,219	44,49
TAUARI	2	2,790	1,400	50,18
TAUARI	3	1,624	0,545	33,56
TAUARI	4	2,040	0,690	33,82
TAUARI	5	1,414	0,472	33,38
TAUARI	6	2,314	0,785	33,92
TAUARI	7	2,833	0,966	34,10
TAUARI	8	2,257	0,765	33,89
TAUARI	9	1,810	0,610	33,70
TAUARI	10	1,420	0,474	33,38
TAUARI	11	3,154	1,062	33,67
TAUARI	12	2,504	0,854	34,11
TAUARI	13	1,619	0,543	33,54
TAUARI	14	3,291	1,118	33,97
TAUARI	15	2,451	0,833	33,99
TAUARI	16	3,010	1,027	34,12
TAUARI	17	1,779	0,599	33,67
TAUARI	18	1,640	0,551	33,60
TAUARI	19	2,398	0,815	33,99
TAUARI	20	2,740	1,652	60,29
TAUARI	21	2,790	1,960	70,25
TAUARI	22	0,878	0,430	48,97
TAUARI	23	1,783	0,634	35,56
TAUARI	24	1,404	0,730	51,99
TAUARI	25	1,725	0,843	48,87
TAUARI	26	1,630	0,631	38,71
TAUARI	27	2,257	1,650	73,11
TAUARI	28	1,810	0,969	53,54
TAUARI	29	1,527	0,610	39,95
TAUARI	30	1,901	0,820	43,14
TAUARI	31	2,486	1,710	68,79
TAUARI	32	1,594	0,612	38,39
TAUARI	33	1,601	0,766	47,85
TAUARI	34	2,451	1,740	70,99
TAUARI	35	3,010	2,740	91,03
TAUARI	36	1,779	0,859	48,29
TAUARI	37	1,640	0,960	58,54
TAUARI	38	2,767	1,830	66,14
TAUARI	39	2,280	1,938	85,00
TAUARI	40	2,171	1,700	78,30
TOTAL				48,11