



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CÂMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA  
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

**KELI SABRINA DE SOUZA**

**VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE  
MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE MÓVEIS**

**ITAPEVA  
DEZEMBRO - 2008**



Souza, Keli Sabrina.

Viabilidade do aproveitamento de resíduos de madeira para produção de móveis / Keli Sabrina de Souza – Itapeva, 2008.

47 f.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Itapeva, 2008.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Cortez Barbosa.

1. Madeira. 2. Resíduos. 3. Aproveitamento sustentável. I. Autor. II. Título.



## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	9
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	10
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1. Contexto Nacional.....	11
1.2. Aproveitamento de resíduos – uma utilização sustentável.....	14
1.3. A visão ambiental na indústria moveleira do Brasil.....	16
1.4. Legislação – classificação dos resíduos.....	17
1.5. Certificação Florestal.....	18
<b>2. EMPRESA PESQUISADA</b> .....	19
<b>3. OBJETIVO GERAL</b> .....	20
3.1. Objetivos específicos.....	20
<b>4. MÉTODOS</b> .....	20
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	22
5.1. Propostas de uso de resíduos.....	24
5.1.1. Proteção contra a erosão.....	24
5.1.1.1. Erosão por gravidade.....	25
5.1.1.2. Erosão Pluvial.....	25
5.1.1.3. Erosão Eólica.....	25
5.1.1.4. Erosão marinha.....	25
5.1.1.5. Erosão química.....	25
5.1.1.6. Erosão Glacial.....	26
5.1.1.7. Estudo do caso.....	26
5.1.2. Construções rurais.....	27
5.1.2.1. Galinheiros domésticos.....	27
5.1.2.2. Casinha de cachorro.....	29
5.1.3. Artigos de lazer.....	29
5.1.4. Painel tricapa ou painel amarelo.....	30
5.1.4.1. Preparação dos Sarrafos.....	32
5.1.4.2. Junção lateral dos sarrafos.....	33
5.1.4.3. Aplainamento e uniformização da superfície.....	34
5.1.4.4. Prensagem.....	34
5.1.4.5. Lixamento.....	34
5.1.4.6. Esquadrejadeira.....	34
5.1.4.7. Emassamento.....	35
5.1.4.8. Lixadeira.....	35
5.1.4.9. Armazenamento.....	35
5.1.4.10 Etapas do processo.....	35
5.1.4.11. Máquinas necessárias.....	36
5.2. Proposta de fabricação de móveis sustentáveis.....	36
5.2.1. Materiais e métodos utilizados na confecção.....	37



5.2.2. Resultados e discussões sobre o produto.....	37
5.2.2.1. Conceitos de economia.....	37
5.2.2.2. Estudo de Caso.....	38
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>



## **DEDICATÓRIA...**

Primeiramente a Deus, por me proporcionar saúde e disposição para continuar nos momentos mais difíceis.

A meu pai, Leonel, por sua fibra e dedicação em tornar sua filha engenheira.

A minha mãe, Vanilda, que por muitas vezes me deu forças quando não as possuía.

A meu futuro marido, Francisco Rodrigo, que lutou junto para que este sonho se tornasse realidade.

A minha irmã, Keurin, que me fez rir quando mais precisei.

Aos meus amigos e amigas Diogo, Estefânia, Estéfhani, Gabriel, Leandro, Letícia, Miriam, Pedro e Ricardo que fizeram parte de momentos agradáveis ao longo de toda a jornada.



“São as nossas escolhas, mais do que as nossas capacidades, que mostra quem realmente somos”.

## **AGRADECIMENTOS**

A colaboração da equipe do Laboratório de Madeiras – UFBA, Prof<sup>o</sup> Dr. Sandro Fábio Cezar e ao estudante de arquitetura João Paulo Leite Guedes por horas de ajuda com o projeto.

Aos empresários Átila e Heitor Ribon, por ceder de tão boa vontade espaço e incentivo para a realização da pesquisa.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Cortez, pela dedicação em orientar este trabalho.

A todos, meus sinceros agradecimentos!



## RESUMO

A necessidade do aproveitamento de resíduos provenientes das indústrias processadoras de madeiras cresce devido às exigências ambientais impostas por leis, assim como pela necessidade de introduzir no mercado produtos mais competitivos (melhor qualidade e custo viável), que passam obrigatoriamente pelo uso racional da matéria-prima, transformando em geral os resíduos em sub-produtos, o que agrega maior valor aos mesmos. Para a presente pesquisa, estudou-se o caso específico da empresa Ribon situada em Camaçari-BA, produtora de madeira tratada. O volume mensal de toras recebidas pela empresa é de 70m<sup>3</sup>. O rendimento da empresa é de 71,43%, sendo que o volume de resíduos gerado é de 20m<sup>3</sup> mensais. Como forma de aproveitamento do resíduo gerado, sugeriu-se algumas alternativas como: proteção contra a erosão com a fabricação de muro-gaiola, construções rurais, artigos de lazer e produção de painel tricapa. Porém, o presente trabalho irá focar o resíduo para utilização em design de móveis.

Conclui-se que há grande necessidade de atribuir novos usos a estes materiais subutilizados, uma vez que existe quantidade significativa para aumentar o rendimento produtivo da indústria.

Palavras-chave: madeira, resíduos, aproveitamento sustentável;



## ABSTRACT

The need to use waste from wood processing industry grows due to environmental demands imposed by laws, so like the need to introduce more competitive products in the market (it means better quality and acceptable cost) who must submit by the rational use of raw material, usually turning waste to sub products, what adds higher value for that.

To this research, specific case from Ribon Company, located on Camaçari, Bahia-Brazil, has been studied. It is a treated wood producer. Bulk of monthly wood logs there is 70 m<sup>3</sup>. Its yield is 71,43%, where bulk of generated waste is monthly 20m<sup>3</sup>. As an exploitation way from generated waste, it has been suggested some options like: erosion protection to specific areas, a wildlife shelter as an henhouse etc, recreational articles, coal, linings, treadmills. However this research will give focus to the furniture design made of waste.

As a conclusion, there is very much need to assign new utilizations to that sub used materials, since there is significant amount to increase company's productive yield.

Keywords: wood, waste, sustainable utilization.



## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Etapas dos processos de industrialização da madeira e descrição dos resíduos gerados.....	13
<b>Figura 2.</b> Floresta da empresa.....	19
<b>Figura 3.</b> Autoclave.....	19
<b>Figura 4.</b> Mudas de eucalipto.....	19
<b>Figura 5.</b> Madeira tratada.....	23
<b>Figura 6.</b> Empilhamento das vigotas de madeira.....	26
<b>Figura 7.</b> Modelo para construção de galinheiro doméstico.....	28
<b>Figura 8.</b> Modelo de casa de madeira para cachorro.....	29
<b>Figura 9.</b> Detalhamento das camadas de madeira.....	30
<b>Figura 10 (a) e (b).</b> Empenamento de painéis de colagem lateral.....	32
<b>Figura 11.</b> Visão geral da mesa de centro.....	40
<b>Figura 12.</b> Vista lateral.....	40
<b>Figura 13.</b> Trave no meio.....	40
<b>Figura 14.</b> Tampo em madeira.....	40
<b>Figura 15.</b> Vidro arredondado.....	41
<b>Figura 26.</b> Madeira roliça.....	41



## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Dimensões de produtos de madeira serrada.....	31
<b>Tabela 2.</b> Tabela de custos totais.....	38



## 1. INTRODUÇÃO

As indústrias de transformação da madeira costumam ter baixo rendimento e, portanto, geram grande quantidade de resíduos no processo produtivo. O aumento progressivo da quantidade de madeira desdobrada, devido à facilidade de usinagem e disponibilidade de matéria-prima, tem revelado problemas como o aumento do uso irracional de madeira o que gera quantidades ainda maiores de resíduos, que muitas vezes não tem utilização na indústria, onde os mesmos foram gerados.

Aliado a isto, os resíduos ligno-celulósicos com destinação inadequada geram graves problemas ambientais, tais como: assoreamento e poluição dos rios; poluição do ar devido à queima dos mesmos; utilização de extensas áreas para armazenamento deste material, que poderiam ser destinadas para outros fins, e o desperdício de recursos naturais renováveis que entram na indústria.

A partir da análise e da quantidade de resíduo gerado em uma indústria selecionada como objeto de estudo foram propostas algumas alternativas para o aproveitamento mais nobre, adequando o mesmo a uma política ambientalmente correta, visando assim agregar maior valor ao produto.

Desta maneira, o presente trabalho enfoca a fabricação de móveis a partir de combinações de resíduos gerados na empresa, em questão, com outros produtos como o vidro e/ou tecido, dando ao objeto de estudo, a sustentabilidade e a rentabilidade de acordo com sua real situação econômica.

### 1.1. Contexto Nacional

A indústria brasileira produziu 166.310 milhões de metros cúbicos de madeira processada de reflorestamento ou nativa no ano de 2000, estima-se que pelo menos a metade desse volume, cerca de 80 milhões de metros cúbicos de madeira foi transformada em resíduos (CARVALHO & CÂMARA, 2002).

Quanto mais informações e conhecimento sobre os problemas inerentes à sua geração, de suas características, da qualidade que pode ser obtida e das quantidades envolvidas, maiores serão as chances de um uso mais adequado desses materiais



(ESTEP, 1973). Existem várias opções para o aproveitamento dos resíduos, como exemplo pode-se citar a utilização como coberturas em granjas, indústrias de painéis de madeira reconstituída, compostagem, geração de energia pela queima direta ou transformação dos resíduos em briquetes, entre outras possibilidades.

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. Os resíduos originados do processamento da madeira em indústrias madeireiras ou moveleiras, móveis velhos descartados, estacas, moirões, galhos de árvores podadas, resíduos de culturas agrícolas, como palha de arroz, bagaço de cana-de-açúcar etc., são resíduos ligno-celulósicos.

Os resíduos ligno-celulósicos geralmente apresentam formas e granulometrias bastante heterogêneas, baixa densidade e elevado teor de umidade (QUIRINO, 2004). A exploração florestal é uma grande fonte de resíduos ligno-celulósicos. Até mesmo no lixo urbano é encontrada uma porcentagem significativa destes resíduos provenientes de utensílios e embalagens de madeira (QUIRINO, 2004).

Quirino (2003) observa que resíduos ligno-celulósicos também podem estar associados a outros produtos químicos, tais como, madeira associada a tintas, resinas, vernizes e produtos de conservação. Estes fatores podem atribuir aos resíduos, características de emissões contendo gases tóxicos durante a utilização energética destes resíduos.

Sem a presença destes materiais contaminantes, o resíduo pode ser considerado como banal e não inerte, pois é biodegradável classificado pela NBR 10004 (ABNT, 1987) como classe II, com possibilidades de ser reaproveitado em processos de reciclagem por processos diferentes dos processos industriais iniciais e de ser transformado em produtos de uso similar ou diferente ao da madeira serrada inicial (TEIXEIRA, 2005).

Segundo Quirino (2004), esses resíduos podem ser transformados em partículas e constituir-se em painéis à base de madeira, sendo também utilizado energeticamente na produção de calor, de vapor ou de eletricidade em termoelétricas. Outro aproveitamento deste material é sob a forma de combustível sólido, como o carvão vegetal. Os resíduos de maiores dimensões podem ser fonte de matéria prima para a produção de painéis sarrafeados.

A maior parte destes resíduos é depositada em áreas periféricas das serrarias e quando queimados contribuem com aumento da poluição do ar provocando danos ao meio ambiente e às populações existentes próximas a essas indústrias (SILVA, 2002).

O aproveitamento de toda a árvore reflorestada pelas indústrias madeireiras está em torno de 30% a 60%, variando de empresa para empresa (IBAMA, 2000; FREITAS, 2000).

De modo geral, os resíduos gerados em uma cadeia produtiva de madeira serrada constituem-se de 7% de casca, 10% de serragem e 28% de pedaços, isto sem considerar as perdas na extração da madeira (Revista REMADE, ano-2005).

Teixeira (2005) constatou que os resíduos industriais de madeira são oriundos do processamento mecânico das toras. Durante o processo de descascamento, desdobro primário, desengrosso, aplainamento e nas demais operações da madeira há geração de vários tipos de sobras sólidas peculiares a cada etapa citada. Gonçalves & Ruffino (1989) correlacionaram cada etapa da cadeia produtiva à geração de diferentes tipos de resíduos, como pode ser observado na figura 1.



FONTE: Gonçalves & Ruffino (1989).

**Figura 1.** Etapas dos processos de industrialização da madeira e descrição dos resíduos gerados.

Normalmente, os resíduos são dispostos em silos expostos ao tempo ou em terrenos nas cercanias do setor produtivo. Este tipo de armazenamento pode levar à



degradação do resíduo pelo encharcamento por água da chuva ou apodrecimento por agentes biológicos (TEIXEIRA, 2005).

Acredita-se que aumentando e melhorando o aproveitamento de resíduos e otimizando o uso da madeira contribuir-se-á na redução dos efeitos da potencial escassez de madeira como matéria-prima. Nesse sentido, torna-se relevante a realização de cursos de curta e média duração havendo a disseminação de idéias 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 (IBQP, 2002). Atualmente, já são verificadas iniciativas de aproveitamento de resíduos onde os fabricantes de painéis reconstituídos compram de serrarias, através de contratos de médio e longo prazo, painéis compensados, e das indústrias de móveis, grandes quantidades de resíduos de madeira: serragem, cavacos, dentre outros. O destino final é a produção de aglomerado e MDF (IBQP, 2002).

A indústria madeireira, vista de maneira global, usa os recursos naturais de maneira ineficiente, tanto na obtenção da matéria prima (realização de práticas relacionadas a manejo florestal sustentável e plantio adequado de mudas), quanto na fase de produção dos produtos. Estes fatores relacionados ao descarte dos mesmos no fim de sua vida útil podem acumular em uma série de impactos ambientais ao longo dos anos. Isto significa uma grande exploração irracional dos recursos madeireiros principalmente das florestas nativas. A grande geração de resíduos é a prova desta ineficiência (TEIXEIRA, 2005).

## **1.2. Aproveitamento de resíduos – uma utilização sustentável**

O Greenpeace afirma que “a atividade madeireira apresenta índices de desperdício incríveis, 2/3 de todas as árvores exploradas na Amazônia viram sobras ou serragem”. Ou seja, apenas 1/3 da madeira extraída é transformada em produtos finais. Os resíduos desta produção, portanto, são uma grande quantidade de madeira e que não têm um destino correto.

Apesar de haver esforços para a reciclagem destas sobras principalmente na forma de lenha, queimada para a geração de energia elétrica e calor, ou como a “cama-de-galinha” nas granjas, tais soluções agregam baixo valor ao resíduo. Se por um lado têm-se o uso nobre da madeira para produtos de consumo tais como habitações, móveis, peças e equipamentos com grande utilidade e valor estético, por outro se tem as sobras



servindo como produto de baixo valor. Muitas vezes, parte da mesma madeira em que se fabrica um móvel de luxo a matéria-prima para a fabricação de um briquete para incineração.

A necessidade de estudos referentes a processos de produção, materiais e produtos eco-eficientes torna-se, portanto, cada vez mais importante.

Pereira et al, (2002) afirmam que a utilização de resíduo industrial de madeira na transformação de produtos, seja sob a forma de utilitários ou decorativos, é uma grande resposta ao meio ambiente. Além de gerar outros produtos de utilização com maior valor agregado, essa atitude traz outros benefícios, pois à medida que há melhor utilização de árvores cortadas ou realizando-se um melhor aproveitamento para os resíduos de madeira, contribui-se para diminuir a pressão sobre o desmatamento de florestas nativas, promovendo-se o equilíbrio ecológico e reduzindo-se a poluição.

Um material deixa de ser resíduo pela sua valorização como matéria-prima, para a obtenção de novos produtos. Neste caso, o resíduo passa a ser tratado como subproduto do processo produtivo (VALLE, 1995 apud SAVASTRANO Jr, 2000).

O *Eco-design* propõe um modelo de projeto orientado para o meio-ambiente por critérios ecológicos. Este conceito lista requisitos de projeto de bens de consumo orientado para a preservação do meio ambiente, os quais determinam produtos ecologicamente compatíveis em todo seu ciclo de vida, gastando menos recursos naturais, menos energia, minimizando, assim, os impactos ambientais. Por fim, consiste na engenharia e manufatura de produtos levando em conta a importância do meio-ambiente.

Normalmente o termo inglês *Design*, cujo em português mais se aproxima de Desenho Industrial, refere-se a uma atividade multidisciplinar que converge conhecimentos de tecnologia, criatividade, arte, ergonomia dentre outros, com o propósito de projetar, através de metodologias próprias, soluções para problemas concretos.

*Eco-design*, conhecido também como “DfE” (*Design for Environment* - Projeto para o Ambiente), é uma especialização do *design* que leva em consideração requisitos ambientais em todo ciclo de vida dos produtos. Apesar de ser uma atividade em evidência desde a Revolução Industrial, apenas na década de 1970 e que se começou a repensar o *Design* no que se refere a sua importância sobre problemas do mundo real, ou seja, problemas ambientais e sociais majoritariamente.



A ecologia e o equilíbrio ambiental são os esteios básicos de toda a vida humana na Terra, não pode haver vida nem cultura humanas sem ela. O *design* preocupa-se com o desenvolvimento de produtos, utensílios, máquinas, artefatos e outros dispositivos, e esta atividade exerce uma influência profunda e direta sobre a ecologia. A resposta do *design* deve ser positiva e unificadora; deve ser a ponte entre as necessidades humanas, a cultura e a ecologia (PAPANNEK, 1998).

O projeto orientado ao meio ambiente é o que estabelece, então, o conceito de *Eco-design* que pode ser definido como um método que incorpora as questões ambientais como parâmetros básicos para o desenvolvimento de projetos (BARBOSA, 2002). Isso significa que os produtos desenvolvidos a partir dos princípios do *Eco-design* são produtos não só ecologicamente corretos, mas também economicamente, culturalmente e socialmente adequados.

Segundo estudos realizados por Tischner e Charter apud Garcia (2007) o "*design*", ou fase de desenvolvimento de projetos, pode influenciar em torno de 80 % dos impactos ambientais gerados pela produção e pelo próprio produto quando este for descartado.

### **1.3. A visão ambiental na indústria moveleira do Brasil**

O setor moveleiro, devido a pressão da legislação e de consumidores conscientes do mercado nacional e internacional, tem procurado tomar medidas para tornar sua produção mais ambientalmente correta, com mais qualidade e segurança (um dos setores que recebem maior número de reclamações no PROCON – Programa de Orientação e Proteção ao Consumidor).

A busca da sustentabilidade reforça a consciência ambiental dos gestores e funcionários das empresas, gerando melhor qualidade de vida dentro e fora da indústria. As estratégias de proteção ambiental adotadas pelas empresas melhoram sua imagem perante o consumidor interno e ao mercado externo. Além disso, diminuem os custos de produção, aumentando os lucros finais. Programas que visam à gestão ambiental é, atualmente, uma realidade no setor moveleiro, o qual apresenta grandes melhorias nestes aspectos.

Os principais pólos de fabricação de móveis brasileiros situam-se nas cidades de Bento Gonçalves (RS), São Bento do Sul (SC), Araçatuba (PR), Mirassol e Votuporanga (SP), Ubá (MG) e Linhares e Colatina (ES).



O setor madeireiro faz parte da cadeia produtiva moveleira por ser o grande fornecedor da sua principal matéria-prima: a madeira serrada e outros produtos derivados do mesmo.

Esta madeira provém hoje em sua maioria de reflorestamentos de *Pinus*, eucalipto e de algumas árvores nativas brasileiras. O intenso uso de madeira no setor aponta necessidades da verificação da procedência desta matéria-prima, a qual muitas vezes é retirada de florestas de forma indiscriminada e predatória (ULIANA, 2005). Por outro lado, com os processos de certificação da madeira, há inúmeros casos de empresas com alta conscientização e ação ambiental positiva.

#### 1.4. Legislação – classificação dos resíduos

Os resíduos quando passam a ser lixo e são descartados, podem causar impactos ambientais caso seu destino final não seja devidamente efetuado (LIMA & SILVA, 2005; OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Lima & Silva (2005), os resíduos sólidos, considerados como os de maior quantidade gerados pelo setor moveleiro, possuem três classificações:

- **Classe I** – considerados perigosos à saúde humana e meio ambiente sendo seu tratamento obrigatório, bem como cuidados com armazenamento e disposição. Os resíduos da classe I são considerados tóxicos e podem ser corrosivos, inflamáveis e ter elevada reatividade e patogenicidade. Ex.: borra de tinta, submissão a tratamento preservante, produtos químicos, entre outros.
- **Classe II** - Produtos que não são inertes ao meio ambiente, podendo ter propriedades biodegradáveis, solubilidade e/ou combustibilidade. Apesar de não serem perigosos, tais resíduos também necessitam de tratamento, causando impactos de menor intensidade no meio-ambiente. Ex.: papel, lodos de tratamentos de água, cinzas de caldeira, entre outros.
- **Classe III** - Resíduos considerados inertes na natureza e que com o passar do tempo não apresentam modificações em sua estrutura. Ex. pedras e vidros.

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



Depósitos destes resíduos, caso efetuados de maneira indevida podem ser focos de multiplicação e dispersão de insetos xilófagos, como os cupins da madeira seca. Além disso, a madeira tratada pode liberar compostos químicos no solo podendo contaminá-lo.

Os impactos ao meio ambiente que os resíduos oriundos do setor moveleiro podem causar preocupam principalmente as agências ambientais dos governos e as próprias indústrias poluidoras, pois, são obrigadas a remediar seus danos e pagar altas multas. Nahuz (s/d) alega que há pouca cobrança e exigência das agências ambientais no cumprimento da legislação, o que gera muitas vezes o descaso de algumas empresas nas questões ambientais.

### **1.5. Certificação Florestal**

O uso consciente e sustentável da madeira diz respeito a processos que envolvem todo o seu ciclo, iniciando-se desde a produção da muda, seu plantio, ao manejo dado ao reflorestamento, seu corte final e a utilização ambientalmente correta de sua madeira pela empresa moveleira. As boas práticas de manejo florestal crescem nas mesmas proporções que os consumidores se conscientizam da importância e do seu papel na conservação dos recursos naturais do planeta. Logo, a certificação florestal surgiu como uma garantia de que a madeira provém de reflorestamentos monitorados pelas certificadoras e que obedecem a práticas sustentáveis de manejo.

Muitas empresas do setor moveleiro, principalmente as exportadoras, são pressionadas pelos seus principais compradores a comprovarem o uso de madeira certificada em seus produtos. Isto evita que madeiras de florestas nativas e protegidas sejam extraídas de forma irregular e clandestina e que sejam utilizadas para a confecção de móveis (ULIANA, 2005; OLIVEIRA, 2006). Há ainda processos de certificação para madeira de florestas naturais, desde que comprovadas as técnicas adequadas aplicadas na sua extração e processamento.

Logo, a certificação florestal contribui para que a sustentabilidade se estenda à produção de móveis (ULIANA, 2005). Essa comprovação deve permitir rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva, também referida como cadeia-de-custódia.

## 2. EMPRESA PESQUISADA

Os dados para o trabalho foram coletados na Empresa Ribon Florestal, situada no Km 10,5 Estrada do Coco, nº7 Camaçari-BA. Esta possui uma usina de preservação de madeira de *Pinus* e *Eucalipto* pelo processo em autoclave com a utilização de CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) como agente preservante, garantindo a qualidade em termos de resistência e durabilidade para seus produtos, conferindo à madeira imunização contra insetos e fungos.

O plantio das florestas é realizado pela própria empresa de forma a preservar as matas nativas, criando um ambiente de equilíbrio ecológico e sustentável. A utilização de madeiras reflorestadas tratadas como o *Eucalipto* e o *Pinus*, é hoje a melhor solução para a sua construção (figuras 2, 3 e 4).



**Figura 2.** Floresta da empresa



**Figura 3.** Autoclave



**Figura 4.** Mudas de eucalipto



### **3. OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo geral apresentar diversas possibilidades de aproveitamento para o resíduo gerado nas fases produtivas em uma empresa de transformação de madeira.

#### **3.1 Objetivos específicos**

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- Escolher um processo produtivo da empresa Ribon;
- Verificar o potencial da geração de resíduos;
- Classificação dos resíduos segundo a NBR 10004;
- Verificar a finalidade do resíduo gerado;
- Apresentar possíveis aproveitamentos de resíduos na fabricação de produtos;
- Analisar as possibilidades da empresa para a implantação da fabricação de tais produtos e potencial de mercado;
- Com base nessas análises, escolher uma forma de aproveitamento de resíduos;
- Detalhar os materiais necessários para fabricação com exemplo de projeto;
- Analisar viabilidade econômica de lucro do empreendimento;

### **4. MÉTODOS**

Primeiramente foi selecionada a madeira roliça tratada em autoclave com a utilização de CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) como objeto de estudo para a realização do trabalho.

Posteriormente foi analisado o potencial em geração de resíduos com a determinação do rendimento do processo produtivo, com base no princípio do balanço de material, que consiste na determinação de entrada (matéria-prima) e saída (produto final) pela seguinte expressão:



$$V_{residuo} = V_{entra} - V_{sai}$$

Onde:

$V_{residuo}$  = volume de resíduo gerado em m<sup>3</sup>;

$V_{entra}$  = volume de madeira bruta que entra no processo em m<sup>3</sup>;

$V_{sai}$  = volume de madeira processada m<sup>3</sup>;

Para o cálculo do volume de resíduos gerado ao longo do processo, utilizou-se a fórmula clássica do rendimento.

$$\eta = \frac{volume_{sai}}{volume_{entra}} \times 100$$

Onde:

$\eta$  = rendimento em porcentagem;

$volume_{entra}$  = volume de madeira bruta que entra no processo produtivo;

$volume_{sai}$  = volume de produto acabado;

Para a classificação dos resíduos, foi utilizado a NBR 10004 citada anteriormente no item 1.4.

Por meio de visitas técnicas, foi possível verificar a atual destinação do resíduo gerado na indústria e analisar as possibilidades da empresa para a implantação da fabricação de novos produtos à partir do seu aproveitamento.

Com base nessas visitas, também foram levantadas hipóteses de fabricação de possíveis produtos com maior valor agregado e escolher uma forma de aproveitamento condizente com a realidade da empresa bem como potencial de mercado em que está inserida.

Por meio de um modelo de projeto e pesquisas no setor de marcenaria, foram levantados os custos de materiais e mão-de-obra necessária para a implementação de tal atividade.



A viabilidade econômica do empreendimento foi realizada pelo cálculo do lucro econômico, dado pela seguinte fórmula:

$$LT = RT - CT$$

Onde:

**LT** = Lucro total (R\$);

**RT** = Receita total (R\$);

**CT** = Custo total implícito e explícito (R\$);

Sendo que,

$$RT = P \times Q$$

$$CT = CF + CV$$

Onde:

**P** = Preço vendido no mercado (R\$);

**Q** = Quantidade de produto vendido no mercado;

**CT** = Custo total do empreendimento (R\$);

**CF** = Custo fixo (R\$);

**CV** = Custo variável do empreendimento (R\$);

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A madeira tratada passa pelos seguintes processos:

- Recebimento da matéria-prima;
- Dimensionamento das peças de acordo com o comprimento requerido a ser tratado;
- Empilhamento em vagonetes para o carregamento na autoclave;
- Tratamento;
- Retirada da autoclave;
- Acondicionamento;



- Estocagem;
- Carregamento para transporte;

A seguir, são apresentados os dados coletados na empresa com base nas informações fornecida pelo empresário e visitas técnicas:

- volume entra =  $70 \text{ m}^3$
- volume sai =  $50 \text{ m}^3$
- volume de resíduo gerado em forma de pequenas peças roliças =  $20 \text{ m}^3$
- Rendimento:  $\eta = \frac{50}{70} \times 100 = 71,43\%$

Portanto, o rendimento calculado mostrou-se de 71,43%.

O volume de resíduos gerado é na forma de pequenas peças de madeira roliça com diâmetro médio de 12 cm e comprimentos variáveis (figura 5), resultante do processo de dimensionamento das “toras” antes de se efetuar o tratamento em autoclave com CCA. Isso ocorre devido à facilidade de descarte de um produto que não sofreu exposição a soluções altamente prejudiciais à saúde humana e ambiental, podendo ser reaproveitado de maneira lícita e sustentável.

Esta etapa também contribui para evitar o desperdício de energia e solução preservante, já que as peças terão de ser dimensionadas de acordo com o pedido do cliente.

Portanto, trata-se de um resíduo de Classe II, biodegradável e não-inerte, ou seja, com possibilidades de reaproveitamento para fabricação de novos produtos, que serão abordados no próximo item a seguir.

A empresa atualmente efetua a venda deste resíduo para indústrias de produção de energia de biomassa, com o valor de R\$20,00/m<sup>3</sup>.





**Figura 5.** Madeira dimensionada conforme especificações prévias do cliente

## **5.1. PROPOSTAS DE USO DOS RESÍDUOS**

Analisando a quantidade de resíduo gerado e sua classificação, foram propostas algumas alternativas para seu aproveitamento, com o objetivo de agregar maior valor ao produto, destinando-o a um uso mais nobre adequando o mesmo a uma política ambientalmente correta.

Contudo, o presente trabalho enfoca a fabricação de móveis a partir de combinações de resíduos gerados na empresa em questão com outros produtos como o vidro e/ou tecido, dando ao objeto de estudo, a sustentabilidade e a rentabilidade de acordo com sua real situação econômica.

### **5.1.1. Proteção contra a erosão**

A erosão é caracterizada pela remoção das camadas do solo e desaparecimento dos componentes estruturais. As conseqüências são:

- Redução da fertilidade de áreas cultiváveis;
- Risco de deslizamento de encostas;
- Assoreamento dos leigos de córregos, rios ou lagos;

Devem ser adaptadas práticas de conservação de solo para minimizar o problema, porém, deve ser analisado qual é o tipo e agente causador do mesmo.

Existem vários tipos de erosão, dentre os quais serão citados a seguir:

#### **5.1.1.1. Erosão por gravidade**

Consiste no movimento de rochas e sedimentos montanha abaixo principalmente devido à força da gravidade.

#### **5.1.1.2. Erosão pluvial**

Provocada pela água da chuva que, gradativamente, vai retirando a camada fértil do solo, tornando-o cada vez mais improdutivo. Esta retirada de material é devido ao



impacto da gota no solo, dando início a primeira fase da erosão (desagregação). Além disso, as águas das chuvas arrancam plantas e fazem desmoronar barrancos. Este tipo de erosão causa buracos na terra, abrindo crateras que vão retirando a fertilidade do solo.

#### **5.1.1.3. Erosão eólica**

Ocorre quando o vento transporta partículas diminutas que se chocam contra rochas e se dividem em mais partículas que se chocam contra outras rochas. Podem ser vistas nos desertos na forma de dunas e de montanhas retangulares ou também em zonas relativamente secas.

#### **5.1.1.4. Erosão marinha**

Atua sobre o litoral modelando-o, e deve-se fundamentalmente à ação de três fatores: ondas, correntes e marés.

Ocorre tanto nas costas rochosas como também nas praias arenosas.

Nas praias arenosas a erosão constitui um grave problema para as populações costeiras. Os danos causados podem ir desde a destruição das habitações e infraestruturas humanas, até a graves problemas ambientais.

#### **5.1.1.5. Erosão química**

Envolve todos os processos químicos que ocorrem nas rochas. Há intervenção de fatores como calor, frio, água, compostos biológicos e reações químicas da água nas rochas. Este tipo de erosão depende do clima, em climas polares e secos, as rochas se destroem pela troca de temperatura; e em climas tropicais quentes e temperados, a umidade, a água e os dejetos orgânicos reagem com as rochas e as destroem.

#### **5.1.1.6. Erosão glacial**

As geleiras deslocam-se lentamente, no sentido descendente, provocando erosão e sedimentação glacial. No verão, a água acumula-se nas cavidades de rochas porosas e no inverno, essa água congela sofrendo dilatação, pressionando as paredes dos poros. Terminado o inverno, o gelo funde, e congela novamente no inverno seguinte. Esse processo ocorrendo sucessivamente desagregará aos poucos, a rocha, após um certo tempo, causando o desmoronamento de parte da rocha.

### 5.1.1.7. Estudo do caso

Analisando os vários tipos de erosão existente, pode-se assim realizar um estudo aprofundado sobre como evitar que tal fenômeno ocorra ou ao menos diminuir sua incidência.

Nota-se que este estudo não é apropriado para todos os tipos de erosão citados, haja vista, suas diversas formas de ocorrências e agentes causadores.

Para o presente trabalho, foi tratado o caso específico da erosão pluvial e erosão por gravidade, que são os problemas mais frequentes à sociedade.

As construções mais utilizadas para solucionar tais problemas são de enrocamentos com cimento e/ou pedras.

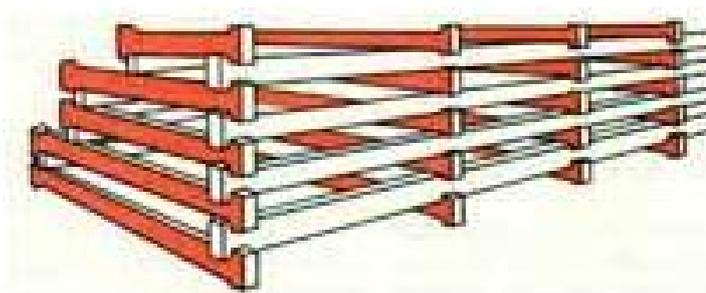
Esta solução, além de trabalhosa, possui custo muito elevado quanto a aspectos como: transporte, mão-de-obra, montagem, manutenção, entre outros.

Uma alternativa de baixo custo quanto aos aspectos citados acima foi a construção de muro-gaiola a partir de resíduos gerados pela indústria pesquisada.

O resíduo a ser trabalhado trata-se de peças roliças com comprimentos variáveis de até 1 m e com diâmetro médio de 12 cm.

O muro-gaiola consiste de vigotas com saliência nas extremidades, a fim de permitir sua superposição por entrelaçamento, formando estruturas semelhantes a fogueiras, gaiolas ou pilhas de madeira. O seu interior é preenchido com terra socada.

A figura 6 demonstra a disposição das peças:



**Figura 6.** Empilhamento das vigotas de madeira; (FONTE: <http://www.banet.com.br>, acesso em 3 de dezembro de 2008).

Trata-se de uma ótima solução para contenção de taludes e encostas, com as seguintes vantagens:



- Facilidade e rapidez na construção;
- Baixo custo com mão-de-obra;
- Economia no transporte, pois, trata-se de peças leves com tamanhos padronizados;
- Facilidade de adaptação ao terreno, inclusive em taludes curvos;
- Distribuição homogênea da pressão sobre o terreno;
- Estabilidade e fácil adaptação ao terreno, não necessitando de condições climáticas favoráveis para sua construção;
- Drenagem eficiente, dispensando o uso de drenos (barbacãs).

Contudo, mostra-se uma fabricação viável e promissora em se tratando do atual estado de necessidade de práticas preventivas à estes tipos de erosão. É uma utilização sustentável, de baixo custo de implantação e de suma importância para os problemas que vem sendo encontrados em vários Estados brasileiros como por exemplo o Rio de Janeiro e Santa Catarina.

## **5.1.2. Construções rurais**

### **5.1.2.1. Galinheiros domésticos**

A criação de galinhas (cultura muito comum nas regiões rurais) pode ser feita em instalações simples e funcionais, muitas vezes construída com recursos naturais. De acordo com estudos realizados pela Embrapa Suínos e Aves, a construção de galinheiros permite ao criador fornecer ambiente higiênico e protegido aos animais, que ficam livres de predadores e menos suscetíveis às variações de temperatura e à umidade, além de garantir acesso ao alimento e à água. Para a construção do galinheiro, é preciso dimensionar a área de acordo com o número de aves a serem abrigadas, de modo a garantir boa ventilação, luminosidade, drenagem, facilidade de acesso e disponibilidade de água.

A Embrapa recomenda a construção do galinheiro com divisões internas destinadas a cada fase de criação das aves: reprodução, cria, recria e terminação (figura 7). Os materiais utilizados para esta proposta são:

- Resíduo de madeira roliça da empresa, com dimensões de pelo menos 2 cm de espessura e 4 cm de largura para serragem inicial (preparação das peças).

- Tela para proteção (de acordo com o tamanho do local desejado);
- Alguns parafusos e pregos;
- Martelo, chave de fenda, alicate, serrote;
- Dobradiças;
- Trinco;

Também há a recomendação de que as áreas internas do galinheiro tenham comunicação com piquetes de pastejo (com exceção das destinadas à incubação e cria), onde as aves complementam sua alimentação. Os piquetes de pastejo também devem ser dimensionados de acordo com o plantel de aves.

O piso deve ser revestido com uma camada de palha (para cama) de 5 cm a 8 cm de espessura, distribuída de forma homogênea. Além da palha, a cama pode ser feita com a utilização de vários materiais, como no caso deste estudo: maravalha ou serragem. A remoção e substituição da cama, bem como a desinfecção do aviário com cal virgem devem ser periódicas.



**Figura 7.** Modelo para construção de galinheiro doméstico (FONTE: <http://www.monsterguide.net>, acesso em 3 de dezembro de 2008).

Vale salientar que esta utilização pode ser feita não apenas para galinheiro, mas para outros tipos de animais como: coelhos, porquinho-da-índia, pássaros, entre outros, podendo ser realizadas algumas adaptações de acordo com as necessidades do animal que será abrigado.

### 5.1.2.2. Casinha de cachorro

O projeto de uma casa de madeira para cachorro deve caracterizar o conforto tanto para o frio extremo e o tempo quente. Deve ser forte, durável, bem construído e dar proteção contra chuva e sol.

A construção não tem que ser necessariamente grande ou complicada, apenas deverá suprir primeiramente as necessidades do cão, como altura, largura, espessura, ventilação, e depois a estética da casinha (cores e formatos).

Os materiais a serem utilizados são basicamente:

- Resíduos de madeira da empresa para confecção de peças.
- Telhado;
- Pregos, serrote e martelo;
- Staim (para proteção contra umidade externa);
- Tintas (pintura e acabamento);



**Figura 8.** Modelo de casa de madeira para cachorro; (FONTE: <http://www.torrecaida.com>, acesso em 3 de dezembro de 2008).

### 5.1.3. Artigos de lazer

Lazer é um tempo gasto em atividades não obrigatórias, tempo gasto longe das preocupações do trabalho.

A madeira traz ao ambiente um aspecto agradável e natural, e utilizá-la para fins de lazer, bem como pequenos brinquedos para parques, canteiros para jardins, cercas



ornamentais, bancos, entre outros, torna-se uma idéia sustentável em se tratando de aproveitamento de resíduos.

Em seu aspecto anatômico, a madeira possui diversas vantagens para estas utilizações variando apenas de uma espécie para outra, neste caso, o eucalipto:

- Não oxida;
- Material leve;
- Fácil usinagem;
- Boa aceitação de acabamento superficial;
- Boa aceitação a tratamento preservante;
- Baixo custo;
- Aparência agradável;
- Boa resistência mecânica;

#### **5.1.4. Painel tricapa ou painel amarelo**

O painel Tricapa ou painel amarelo, popularmente denominado, além de aproveitar os resíduos, possui grande demanda no mercado europeu.

A produção de painel para fôrma de concreto é uma alternativa de aproveitamento de resíduos para a empresa em estudo, principalmente daqueles constituídos de pequenas peças de madeira normalmente descartadas, ou destinadas à geração de energia. O painel tricapa pode ser definido como um painel constituído de sarrafos colados lateralmente (EGP – *Edged Glued Panel*) em três camadas de madeira, sendo as exteriores em sentido longitudinal e a interior em sentido transversal (figura 9).



**Figura 9.** Detalhamento das camadas de madeira;

O painel tricapa é um produto composto por três camadas de sarrafos de madeira de 9 mm unidos através de adesivo à prova de água e envernizado na cor amarela, que resulta na matéria-prima para a produção de fôrmas de concreto de 27 mm de espessura (espessura total do sarrafo). Vale salientar que esses sarrafos devem passar pelo processo de secagem em estufa antes de se efetuar a ligação.

A dimensão final do painel é de 500 mm de largura x 1000 a 2500 mm de comprimento.

A parte externa, de cor amarela, é tratada com uma resina sintética melamínica; os cantos dos painéis são protegidos contra a infiltração de água e as lâminas interiores são coladas em toda a sua superfície, polidas e calibradas, assegurando uma uniformidade em sua espessura.

#### **5.1.4.1. Preparação dos Sarrafos**

Peças com menor largura apresentam menor estabilidade dimensional em relação às peças mais largas. Por isso devem-se seguir as dimensões propostas pela norma NBR 7203/82 – para madeira serrada e beneficiada (tabela 1). O uso de peças mais estreitas resulta em melhor aproveitamento de madeira, no entanto o custo será maior, devido ao maior consumo de adesivo e custos operacionais.

**Tabela 1.** Dimensões de produtos de madeira serrada.

Produtos	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)
Pranchão	maior que 70	maior que 200	variável
Prancha	40 – 70	maior que 200	variável
Viga	maior que 40	110 – 200	variável
Vigota	40 – 80	80 – 110	variável
Caibro	40 – 80	50 – 80	variável
Tábua	10 – 40	maior que 100	variável
Sarrafo	20 – 40	20 – 100	variável
Ripa	menor que 20	menor que 100	variável
Dormente	160	220	2,00 – 5,60
	170	240	2,80 – 5,60
Pontaletes	75	75	variável
Bloco	variável	variável	variável

Fonte: NBR 7203 (1982).

Um aspecto importante que deve ser considerado é com relação às contrações tangenciais e radiais da madeira, denominado fator de anisotropia. Espécies de madeira com alta anisotropia apresentam maior tendência ao empenamento, refletindo diretamente na estabilidade dimensional do painel. Portanto deve-se atentar à espécie de madeira escolhida, aos tempos de prensagem e proteção à umidade para não ocorrer o descolamento das linhas de cola.

Segundo Keinert Jr (1989), considerando-se dois sarrafos com orientação similar aos dos anéis de crescimento e colados lateralmente, o empenamento do painel em decorrência de um aumento do teor de umidade é, aproximadamente, quatro vezes superior ao empenamento individual dos sarrafos (figura 10 a). Quando a colagem lateral é realizada de forma oposta, haverá melhor estabilidade (figura 10 b).

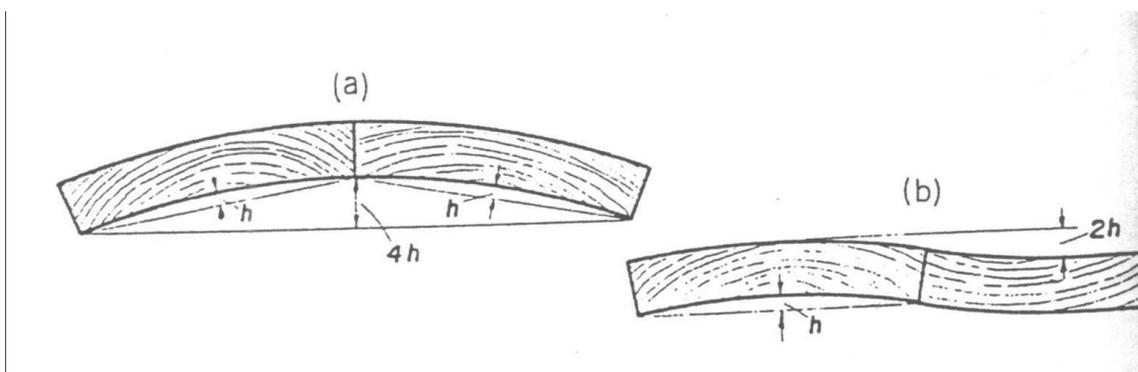


Figura 10 (a) e (b). Empenamento de painéis de colagem lateral (KEINERT JR, 1989).

O processo ideal seria a colagem de sarrafos obtidos através de cortes radiais. Em uma produção mais controlada os sarrafos poderiam ser separados em pilhas de



orientação de anéis semelhantes e depois na montagem serem devidamente invertidos os sentidos para garantir menor empenamento dos painéis.

Após a obtenção de sarrafos em medidas padrões, através de operações de cortes em serras, as peças serradas passam por processo de aplainamento com o objetivo de homogeneizar a largura e espessura dos sarrafos que irão compor a parte central do painel. Com o aplainamento, a superfície do painel de sarrafos colados, torna-se mais lisa e adequada para a colagem das lâminas superficiais.

#### **5.1.4.2. Junção lateral dos sarrafos**

A operação de junção lateral de sarrafos é normalmente automatizada e consiste na aplicação de adesivo tipo PVA nas faces laterais, e prensados em alta frequência, unindo-os compondo a parte central (miolo) do painel.

É importante que após a colagem, a painel de sarrafos seja climatizado por determinado tempo, para possibilitar a equalização da umidade com o ambiente antes do revestimento, a fim de evitar a ocorrência de defeitos. O aumento do teor de umidade da madeira, junto à linha de cola, devido à absorção de água presente no adesivo, resulta em inchamento. Portanto, se o revestimento com as capas é realizado antes desta equalização, poderá resultar em defeitos superficiais no painel.

#### **5.1.4.3. Aplainamento e uniformização da superfície**

Esta operação tem o objetivo de homogeneizar a espessura do sarrafo que compõem o painel. Durante a formação, os sarrafos utilizados apresentam uma variação em espessura inevitável (não deve ultrapassar 1,5 mm). A largura dos sarrafos varia consideravelmente, mas a variação entre eles não deve superar 25 mm pelo fato de que a estabilidade dimensional diminui com o aumento da largura.

Com sarrafos estreitos consegue-se um produto de melhor qualidade, embora com maior custo, em razão do maior consumo de matéria-prima, cola e mão-de-obra. A variação da espessura final do painel depende também da utilização final dos mesmos.



Durante o aplainamento dos sarrafos, a superfície do painel se torna lisa, adequada para o processo de colagem.

#### **5.1.4.4. Prensagem**

Este é o processo em que as três camadas do painel são unidas por pressão e calor. É importante que as variáveis de pressão, temperatura e tempo de prensagem sejam adequadas, a fim de promover a união da parte central com camadas externas que compõem o painel.

#### **5.1.4.5. Lixamento**

Esta operação consiste no lixamento da superfície do painel, produzindo uma superfície mais lisa, com a ressalva de que após a fabricação dos painéis, devem ser acondicionados em um galpão coberto e sem umidade durante um intervalo de tempo de, no mínimo, sete dias antes da operação de lixamento, a fim de garantir estabilidade dimensional do painel.

#### **5.1.4.6. Esquadrejadeira**

Processo no qual onde as dimensões finais do painel são determinadas, de acordo com a encomenda previamente imposta pelo cliente.

#### **5.1.4.7. Emassamento**

Consiste na correção de imperfeições no painel, através da aplicação de uma pasta, artesanalmente colocada, preenchendo vazios e/ou melhoramento de imperfeições.

#### **5.1.4.8. Lixadeira**

É a operação na qual ocorre o acabamento superficial do painel. Tem como objetivo o ajuste da espessura e eliminação de pequenas imperfeições superficiais para



melhor acabamento superficial. Pode ser realizada com lixadeira de cilindros, lixadeira de correias ou plainas especiais.

#### **5.1.4.9. Armazenamento**

Após as operações de acabamentos finais, os painéis devem ser empilhados e armazenados em local apropriado, à espera da expedição.

#### **5.1.4.10 Etapas do processo**

- 1) Classificação de madeira serrada
- 2) Plainas
- 3) Destopadeira
- 4) Coladeira (formação do miolo)
- 5) Prensa passadeira de cola (revestimento do miolo)
- 6) Esquadrejadeira
- 7) Emassamento
- 8) Lixadeira
- 9) Seccionadora
- 10) Setor de classificação
- 11) Setor de expedição

#### **5.1.4.11. Máquinas necessárias**

Seguindo as dimensões mínimas e máximas para confecção do painel, abaixo seguem a relação de máquinas utilizadas durante o processamento deste tipo de painel:

- Estufa de secagem para a preparação dos sarrafos;
- Plaina: Cabeçote fresador e ferramenteiro, avanço regulável hidráulico (comprimento da mesa 6000 mm), passagem entre colunas 2200 mm, passagem de altura 1140 mm, capacidade 8 toneladas.
- Destopadeira.



- Prensa passadeira de cola: juntadeira transversal 2,70 m.
- Esquadrejadeira: serra circular esquadrejadeira, comprimento máximo de corte 2000 mm, altura máxima de corte 80 mm, diâmetro da serra de 300 mm, rotação da serra 3980 RPM, potência necessária 3 CV.
- Lixadeira;
- Seccionadora: comprimento de corte útil 1.300 mm, espessura de corte 45 mm, velocidade de avanço de corte 15 m/min, velocidade de retorno de corte 34 m/min, potência do motor da serra 10 CV, potência do motor do riscador 3 CV, diâmetro da serra de 350 mm.

No mercado, esta chapa é vendida por aproximadamente de R\$ 83,00 a peça com dimensões de 2,20m x 1,60m x 15 mm. Porém, a realidade de uma empresa de tratamento de madeira é oposta ao desejado para a implantação de uma produtora de painel sarrafeado. Isto se deve ao fato de que a mesma não possui nenhum dos equipamentos citados acima, o que implica em um grande capital inicial de investimento. O retorno para esta chapa seria em longo prazo, necessitando de um alto poder de empreendimento.

Os custos das máquinas bem como a própria estufa de secagem a ser construída tornam o projeto inviável para o empresário que necessita de lucro em curto prazo.

## **5.2. PROPOSTA DE FABRICAÇÃO DE MÓVEIS SUSTENTÁVEIS**

Praticar o "*eco-design*" abrange conceitos sustentáveis como a qualidade ambiental e benefícios sócio-econômicos. Planejar ambientalmente um móvel depende de uma criatividade consciente, pois decisões iniciais irão influenciar toda a cadeia de produção, bem como os seus resíduos gerados.

Unindo essas variáveis, apresenta-se uma forma de aproveitamento com a utilização na criação de *designers* diferentes para móveis, aproveitando a aparência robusta da madeira e a delicadeza do vidro e outros materiais.

### **5.2.1. Materiais e métodos utilizados na confecção**



Utilizaram-se 3 peças roliças de 12 cm de diâmetro com 70 cm de comprimento e 2 peças roliças de 12 cm de diâmetro com 90 cm de comprimento, cujos componentes fazem parte das sobras do processo da empresa.

Foi necessária também uma chapa de vidro de 90 cm de comprimento, 70 cm de largura com 10 mm de espessura, pregos, 4 silicones para tampo de vidro e a parceria da mão-de-obra de um marceneiro e um *designer*.

As toras são entrelaçadas por encaixe umas sobre as outras, formando um retângulo (figuras 15 e 16).

A dimensão do móvel é de 90 cm de comprimento, 70 cm de largura e 33 cm de altura, formando assim uma mesinha de centro para salas e varandas.

Para avaliar a rentabilidade e viabilidade do empreendimento, foram utilizadas as seguintes equações:

## **5.2.2. Resultados e discussões sobre o produto**

### **5.2.2.1. Conceitos de economia**

Para dar início às discussões, é importante reforçar brevemente alguns conceitos básicos de economia.

A confrontação da receita com as despesas é a forma mais simples e convencional de se medir o lucro, porém há outros fatores que devem ser levados em consideração: o lucro contábil e o lucro econômico.

Segundo Martins (1972) não se deve pensar que o demonstrativo de resultado, tem maior importância: “Não existe maior ou menor importância entre Balanço e Demonstração de Lucros e Perdas. Existem, isso sim, dados e informações em ambos que se completam”. Essa idéia tornou-se alvo de críticas, pois, o lucro apresentado e apurado pelos procedimentos contábeis não era a informação mais precisa.

O lucro contábil é dado pela diferença da receita total e os custos explícitos, ou seja, custos com pagamentos efetivos, que envolvam uma transação monetária.

No entanto o lucro econômico é dado pela reformulação do lucro contábil, ou seja, subtraem da receita total os custos explícitos juntamente com os custos implícitos.

Um custo implícito é um custo econômico que não envolve necessariamente uma transação monetária, apesar de estar associado ao uso de recursos pela empresa, mas sim o custo de oportunidade que o empreendedor está deixando de adquirir para investir em



tal produto, é dado pelo maior valor monetário que poderia ser obtido através de outras atividades como, por exemplo: salário do investidor, juros sobre o capital aplicado, venda, aluguel, entre outros.

Logo, é possível avaliar de forma mais precisa se o investimento torna-se rentável ou não.

Quando o lucro econômico se iguala a zero, significa que a empresa está obtendo lucro normal, pois, é capaz de pagar os custos explícitos e implícitos. Acima deste valor, apresenta-se o lucro extraordinário.

No entanto, quando este se torna negativo, a empresa deve repensar sobre o investimento.

#### **5.2.2.2. Estudo do caso**

O custo de oportunidade do resíduo é de R\$ 20,00 o  $m^3$ , o que gera para a empresa uma receita de R\$ 400,00 por mês com sua venda para geração de energia.

Foi utilizado 0,176  $m^3$  de resíduo gerado na indústria, o que gerou um custo de oportunidade de R\$ 3,52 para 1 móvel produzido segundo as especificações citadas.

Para fins de cálculo e adequação a realidade, foi utilizado o custo de oportunidade de 1  $m^3$  do resíduo total gerado ao mês, ou seja, de 20  $m^3$  de resíduos gerados e vendidos mensalmente na empresa, pelo menos 1  $m^3$  será destinado a produção de móveis sustentáveis.

O vidro com as especificações citadas no item 5.2.1 é vendido pelo preço de R\$ 57,00.

O silicone para tampo de vidro é vendido pelo preço de R\$ 2,95 o conjunto com 4 peças, aproximadamente R\$ 0,74 por unidade.

A mão-de-obra de um marceneiro (incluindo gastos com energia elétrica, ferramentas de trabalho e materiais para acabamento) é de R\$ 80,00 por móvel produzido.

A mão-de-obra de uma pessoa desenvolvendo *designs* diferentes para tal produto (incluindo ilustração em softwares e detalhamento) é de R\$ 100,00 por projeto.

O preço de mercado para este produto, por ser confeccionado de forma artesanal e exclusiva, compreende de R\$ 500,00 a R\$ 1.250,00 variando de acordo com o grau de dificuldade de criação e confecção. A título de cálculo, foi utilizado o menor valor em



nível de segurança econômica. A seguir encontram-se listados os custos fixos e variáveis, tabela 2:

**Tabela 2.** Tabela de custos totais.

<b>Especificação do custo</b>	<b>Custo fixo ou variável</b>	<b>Custo implícito ou explícito</b>	<b>R\$</b>
Custo de oportunidade de venda do resíduo (1m <sup>3</sup> )	Fixo	Implícito	20,00
Custo de vidro	variável	Explícito	57,00
Custo de silicone para tampo de vidro	variável	Explícito	2,95
Marceneiro	fixo	Explícito	80,00
Designer	fixo	Explícito	100,00

Os custos com marceneiro e designer foram considerados fixos por cada projeto criado e confeccionado, independente do volume em m<sup>3</sup> de madeira utilizado desde que seja menor do que 1 m<sup>3</sup>. Pode-se tornar variável se em 1 mês for solicitado mais de um projeto.

Portanto temos que para 1 móvel produzido e vendido sob essas condições:

$$RT = 500 \times 1$$

$$RT = R\$ 500,00$$

Logo,

$$CT = (20 + 80 + 100) + (57 + 2,95)$$

$$CT = 200 + 59,95$$

$$CT = R\$ 259,95$$

Então,

$$LT = 500 - 259,95$$

$$LT = R\$ 240,05$$

$$\%LT = 240,05 \times 100 / 259,95$$



$\%LT = 92,35\%$

Contudo, o lucro total calculado mostrou-se satisfatoriamente positivo.

Obteve-se um lucro de 92,35% para 1 móvel confeccionado.

A fabricação deste subproduto não interfere nas atividades costumeiras da empresa, já que a proposta é de se utilizar menos que 5% do resíduo total vendido para geração de energia.

A proposta se apresentou condizente com o potencial industrial instalado na empresa, além da mesma já possuir um local de venda onde poderão ser expostos os móveis confeccionados.

Além de agregar maior valor ao resíduo de forma ambientalmente correta, pode-se também pensar na geração de parceria da empresa com marceneiros de lugares carentes, contribuindo para o desenvolvimento de atividades que auxiliem para o aumento de renda dessa população.

A procura por estes tipos de móveis vem crescendo de forma constante, graças à visão ecológica que vem sendo difundida entre os meios empresariais, industriais e sociais. Trata-se de artefatos luxuosos e com requinte, muitas vezes de design personalizado e único, sendo fabricados para clientes exclusivos, onde a criatividade está em cada tipo de peça a ser confeccionada.

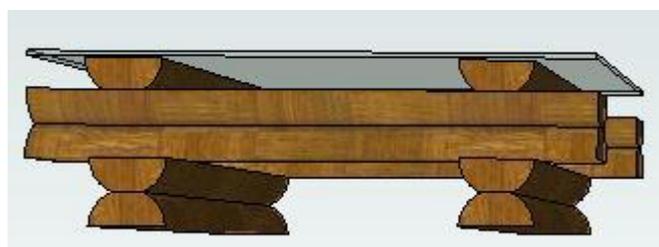
A tendência para a utilização de *eco-design* torna-se cada vez maior, haja vista a escassez futura de certos recursos naturais.

Além de tais colocações, a ótima durabilidade e aparência estética do móvel, tornam o produto como sendo algo muito valioso e luxuoso.

A seguir, nas figuras 11 e 12, é ilustrado o projeto da confecção do móvel fabricado a partir do resíduo em questão.



**Figura 11.** Visão geral da mesa de centro



**Figura 12.** Vista lateral

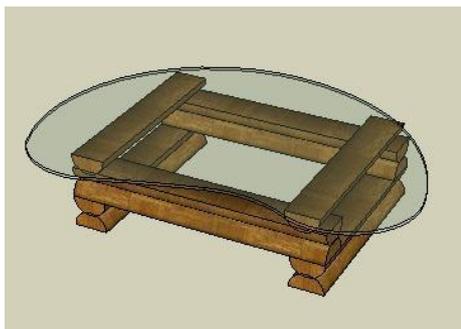
Seguindo a mesma linha de raciocínio, há outras possíveis idéias de fabricação de móveis de centro, variando alguns detalhes entre elas, como ilustram as figuras 13, 14, 15 e 16:



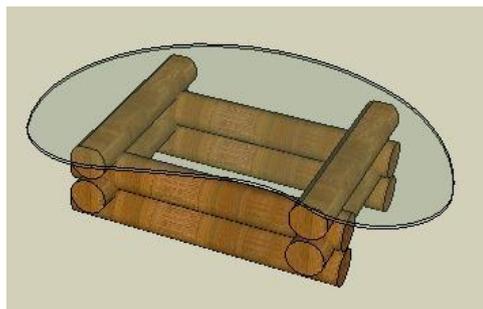
**Figura 13.** Trave no meio



**Figura 14.** Tampo em madeira



**Figura 15.** Vidro arredondado;



**Figura 16.** Madeira roliça;



## 6. CONCLUSÕES

Observa-se durante este estudo que a maior parte dos resíduos das indústrias de transformação da madeira são destinados a geração de energia, e para uma proposta diferenciada visando o melhor aproveitamento deste subproduto gerado é necessário investimento em equipamentos e mão-de-obra.

Para um aproveitamento mais rentável economicamente, como, por exemplo, o painel tricapa, é necessário que haja um grande capital inicial de investimento, tanto em equipamentos como em mão-de-obra qualificada (treinamento e contratação de novos funcionários). Neste caso, portanto, não se alcançaria um retorno econômico rápido, mas em longo prazo. Em relação ao mercado, os maiores consumidores, países europeus e os EUA, além da crise internacional apresentam um estoque elevado de matéria-prima e atualmente vem fazendo poucos pedidos de painel amarelo das indústrias brasileiras.

Além destes fatores, é necessário também um espaço físico para a construção de um galpão para beneficiamento da madeira e construção da estufa de secagem.

Logo, a possível proposta não se mostrou satisfatória.

A utilização dos resíduos para contenção de erosão não agrega muito valor, levando em consideração o mercado para este tipo de produto. Logo, é mais viável continuar no mercado de energia de biomassa.

A confecção de abrigo de vida animal requer muito trabalho de mão-de-obra e tempo para ser construído. Haja vista também que esses pedidos costumam ser feitos esporadicamente, nem sempre terá saída para este produto embora muito utilizado em áreas rurais.

O mesmo serve para as “casas de cachorro”, embora este possua mais mercado, agrega pouco valor ao produto se comparado com a mobília fabricada.

A utilização dos resíduos para diferentes *designs* de móveis mostrou-se satisfatória. Mesmo não obtendo pedidos com frequência, os móveis são únicos, podendo implicar em variações de qualidade/complexidade e conseqüentemente de preço. Estes móveis poderão vir a ser exclusivos e apresentar características únicas, uma vez que a matéria-prima madeira possui desenhos próprios por sua natureza. A fabricação depende da criatividade do fabricante e não há possibilidade e tão pouco a necessidade de produção em massa, já que o fluxo da empresa não gera quantidades consideráveis de resíduos em um espaço muito curto de tempo, se comparada a outros tipos de indústrias de beneficiamento de madeira.



A criatividade e autenticidade são fatores que agregam muito valor para qualquer tipo de produto. Estas aderidas à qualidade podem transformar um produto em alta lucratividade para a empresa.

O aproveitamento dos resíduos seria mais difundido no Brasil, se esta cultura fosse absorvida pelos empresários, visando à diminuição da poluição e maior valorização da matéria-prima, além de gerar trabalho e renda às populações mais desfavorecidas.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, PAULO H. F. **Formas de aproveitamento dos resíduos de madeira.** Retirado do site <http://www.din.uem.br>; acessado em 09 de outubro de 2008

ANDRÉIA, B. M.; KLOCK, U.; BOLZON, M. G. I.; SILVA D. A. **Avaliação do processo produtivo de uma indústria de manufatura de painéis por meio de balanço de material e do rendimento da matéria-prima**, sem referência de data.

**Aspectos Ambientais da Indústria Moveleira no Brasil.** Sem referência de autor. Disponível no site [www.madeiratotal.com.br](http://www.madeiratotal.com.br), acessado em 18 de agosto de 2008.

BARBOSA, J. C. L. **Eco-design** – Anais do 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design e 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, UNB, 2002.

CARVALHO, T. C. S. & CÂMARA, J. B. D. IBAMA, **GEO Brasil 2002 - Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** - Brasília: Edições IBAMA, 2002.

ESTEP, E. M. **Wood residue: what and where.** Madison: FPRS, 1973. 14 p.

FREITAS, Luiz Carlos de. **A baixa produtividade e o desperdício no processo de beneficiamento da madeira:** um estudo de caso. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2000. Dissertação.

GONÇALVES, M. T. T. & RUFFINO, R. T. **Aproveitamento do Resíduo Gerado na Indústria Madeireira.** III EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Anais. USP – EESC. São Carlos, SP. 1989. p 129 à 140.

HILLING, ÉVERTON; SCHNEIDER, V. E.; WEBER, CRISTIANE; TECCHIO, R. DIEGO; **Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento.**

IBAMA, **GEO Brasil 2002 - Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. - Brasília: Edições IBAMA, 2002.



IBQP- Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Paraná. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná**. Curitiba. 2002. 345 f. Relatório Final.

MADEIRA, Revista da. **O aproveitamento dos resíduos de serraria no condicionamento de solos florestais**. Nº 83 - ano 14 - Agosto de 2004. Disponível no site: [www.remade.com.br/revista/](http://www.remade.com.br/revista/). Acessado em 3 de dezembro de 2008.

MARTINS, Ricardo Maffei. **Os reflexos jurídicos do meio eletrônico na vida das pessoas e no comércio**, 1972.

MARTINS, Varlone Alves . **Secagem de Madeira Serrada** . Brasília . 1988 . IBDF/DPq-LPF.

NAHUZ, M. A. R. Apresentação em PowerPoint: 32 slides. (sem referência de data) **Resíduos da indústria moveleira**. Disponível no site <http://www.universoambiental.com.br>, acessado em 3 de dezembro de 2008.

PAPANEK, Victor – **Arquitetura e Design – Ecologia e Ética** - Lisboa: Ed. 70, 1998.

PEREIRA, Sanatiel de Jesus; MONTEIRO, Leila do Vale; NISGOSKI, Silvana. **Pequenos Objetos de Madeira - POM** - Alguns Parâmetros Tecnológicos para Projeto. Anais do 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design e 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, UNB, 2002.

QUIRINO, W. F. **Briquetagem de Resíduos Ligno-celulósicos**. Laboratório de Produtos Florestais – LPF/IBAMA. Brasília, 2004. 10p.

QUIRINO, W. F. **Utilização Energética de Resíduos Vegetais**. Laboratório de Produtos Florestais - LPF/IBAMA. Brasília, 2003. 14p.

REFERÊNCIA, Revista do Setor Madeireiro. **Resíduo de Madeira parte 2**. A sobra que vale ouro. Curitiba, Ed. Jota Comunicação, 2003.

SAVASTANO Jr, Holmer. **Materiais a base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. USP - Escola Politécnica, 2000 – Tese de Livre Docência.



SILVA, Carlos Alberto Pereira. **Linha Redonda – um exemplo de uso racional da madeira**. Anais do 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design e 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, UNB, 2002.

Site de pesquisa <http://opopular.globo.com>, acessado em 02 de novembro de 2008.

Site de pesquisa <http://pt.wikipedia.org>, acessado em 02 de novembro de 2008.

Site de pesquisa <http://www.banet.com.br>, acessado em 31 de outubro de 2008.

Site de pesquisa <http://www.mundoeducacao.com.br>, acesso em 02 de novembro de 2008.

Site de pesquisa <http://www.prefeitura.sp.gov.br>, acessado em 03 de novembro de 2008.

Site de pesquisa: [www.ribonweb.com.br](http://www.ribonweb.com.br), acessado em 03 de novembro de 2008.

SOLOMONS, David. **Economic and accouting concepts of income**. The Accounting Review, 1961.

TEIXEIRA, MARCELO G. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial para produção de materiais ecológicos: O exemplo do resíduo de madeira**. Disponível no site <http://www.teclim.ufba.br/>, acessado em 9 de outubro de 2008

TITA, Sandra P. S., PAIVA, Jane M. F. de e FROLLINI, Elisabete. **Resistência ao Impacto e Outras Propriedades de Compósitos Lignocelulósicos: Matrizes Termofixas Fenólicas Reforçadas com Fibras de Bagaço de Cana-de-açúcar**. Polímeros, out./dez. 2002, vol.12, no.4, p.228-239.

ULIANA, L. S.. Dissertação de Mestrado ESALQ/USP. 101 p. (2005). **Diagnóstico da geração de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão ambiental**. Disponível no site <http://www.sfiec.org.br>, acessado em 04 de novembro de 2008.