

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

RAFAEL TRENTINI DE FREITAS

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA COMPOSIÇÃO DE  
PAINEL SARRAFEADO AMARRADO: UM ESTUDO  
ECONÔMICO**

Itapeva - SP  
2011

RAFAEL TRENTINI DE FREITAS

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA COMPOSIÇÃO DE  
PAINEL SARRAFEADO AMARRADO: UM ESTUDO  
ECONÔMICO**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi

Itapeva - SP  
2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

Freitas, Rafael Trentini de

F866a | Aproveitamento de resíduos na composição de painel sarrafeado  
amarrado: um estudo econômico/ Rafael Trentini de Freitas – –  
Itapeva, 2011  
76 f.: il. 30 cm

Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial  
Madeira apresentado ao Campus Experimental de Itapeva –  
UNESP, 2008

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi  
Banca examinadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maristela Gava; Prof. Dr.  
Alexandre Jorge Duarte de Souza  
Inclui bibliografia

1. Viabilidade econômica 2. Resíduos Industriais 3. Painéis de  
Madeira. I. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial  
Madeira.

CDD 363.7285

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA COMPOSIÇÃO DE PAINEL  
SARRAFEADO AMARRADO: UM ESTUDO ECONÔMICO**

RAFAEL TRENTINI DE FREITAS



**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Antônio Francisco Savi  
Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maristela Gava  
Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Alexandre Jorge Duarte de Souza  
Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Dedicado a Deus e a todas as pessoas  
que eu amo de verdade.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar tenho que agradecer a Deus, a razão pela qual todo este sonho se tornou possível. Agradeço por todo o seu cuidado, por guiar meus planos e projetos e acima de tudo por se mostrar fiel em todo o tempo.

Agradeço à minha família, meus pais e meus irmãos que me acompanharam principalmente nestes últimos cinco anos. Agradeço, pois estiveram ao meu lado me ajudando nos tempos difíceis e dividindo os momentos de alegria com a mesma intensidade. Obrigado pai, mãe, Lipe e Pedro.

Agradeço ao sr. Adelchi Bossardi, seu filho Adelchi Bossardi Filho pela oportunidade cedida no estágio, pela valorização do conhecimento aplicado e pela chance de realizar este trabalho de graduação em um projeto corporativo real.

Agradeço ao professor Dr. Antônio Francisco Savi, orientador deste trabalho, pela atenção aplicada ao orientar, pela paciência cedida e pela dedicação em cumprir o papel de tutor deste trabalho. Sem dúvidas um verdadeiro mestre.

Agradeço especialmente aos professores: Dra. Cristiane Inácio deCampos, que além de uma excelente professora se mostrou uma verdadeira amiga no tempo de faculdade, principalmente na etapa final do curso; ao Dr. Marcos Tadeu Tibúrcio pela atenção com a qual sempre se propôs a atender as necessidades colocadas a ele e por todos os ensinamentos passados; ao Dr. Ricardo Malinovski que se mostrou um grande mestre e companheiro no tempo que compartilhamos juntos e ao Dr. Manoel Sampaio Alves que me ajudou e orientou no tempo de estágio, além de ser um grande mestre dentro e fora da sala de aula.

Agradeço a todos os amigos e formandos da quinta turma da Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira da Unesp de Itapeva, sem dúvida a melhor turma de Engenheiros Industriais Madeireiros que esta faculdade já formou.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e todas as pessoas que deixaram uma marca na minha vida. A vida de vocês é muito importante para mim. Todos vocês são especiais.

*“Porque quanto ao Senhor, Seus olhos  
passeiam sobre toda a terra a fim de se  
mostrar forte com aqueles cujo coração é  
totalmente d’Ele”*

II Crônicas 12:09

## RESUMO

A fabricação de painel compensado já tem cerca de oitenta anos no Brasil. Em geral, painéis de madeira compensada se diferem por sua natureza, composição e fabricação; sendo os mais comuns o MDF, o OSB, o particulado e o sarrafeado. Alguns destes produtos podem ser gerados a partir de resíduos industriais, como o painel sarrafeado, que pode utilizar em sua formação resíduos de destopo de tábuas (sarrafos), oriundos em processos primários industriais ou beneficiamento de madeira. Este trabalho visou apresentar o estudo detalhado da viabilidade econômica do aproveitamento de resíduos sólidos industriais de madeira através da aquisição de uma máquina amarradeira de sarrafos em uma unidade de beneficiamento de madeira na cidade de Itapeva-SP. Estudou-se a aplicação de resíduos na composição do miolo de painel sarrafeado amarrado, sua aceitação comercial e perspectivas futuras de mercado. Notou-se grande vantagem econômica no investimento em estudo, se comparado com o processo de transformação dos sarrafos em biomassa energética, embora a decisão de investimento envolva não só a questão financeira, mas também a aceitação de mercado do produto a ser fabricado.

**Palavras chaves:** estudo econômico; painel sarrafeado amarrado; resíduos industriais.



## ABSTRACT

The manufacture of plywood panel already has about eighty years in Brazil. In general, plywood panels differ by their nature, composition and manufacturing; the most common MDF, OSB, particle and the joist. Some of these products can be generated from industrial waste, as the panel blockboard, you can use in their training waste destop boards (Battens), from industrial processes or processing of primary wood. This work aims to present the detailed study of the economic viability of utilization of industrial solid waste timber through the acquisition of a machine amarradeira of joists in a wood processing unit in city Itapeva-SP. We studied the application of waste in the composition of kernels blockboard panel tied its commercial acceptance and future prospects market. We noticed great economic advantage in investing in the study, compared with the transformation process of the joists in biomass energy, although the investment decision involves not only financial matters but also the acceptance market the product to be manufactured.

**Keywords:** economic study; panel blockboard bound; waste industry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Geração de resíduos da cadeia produtiva de serrados. ....	6
<b>Figura 2:</b> Classificação dos componentes (painéis) de base florestal. ....	8
<b>Figura 3:</b> Princípio de construção de um Painel Compensado Sarrafeado. ....	9
<b>Figura 4:</b> Amostras de Compensado Sarrafeado. ....	9
<b>Figura 5:</b> Painéis sarrafeados com diferentes capas. ....	11
<b>Figura 6:</b> Fluxograma produtivo industrial simples de compensados sarrafeados. ..	11
<b>Figura 7:</b> Desenvolvimento de juntas Sunken, em pontos de absorção de umidade junto à linha de cola. ....	14
<b>Figura 8:</b> Compensados sarrafeados empilhados para expedição. ....	17
<b>Figura 9:</b> Aplicação de compensados sarrafeados como recurso acústico e estético em um teatro. ....	18
<b>Figura 11.</b> Mapa de localização do município de Itapeva/SP .....	32
<b>Figura 12.</b> Ilustração do fluxo de caixa do investimento. ....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Madeira Serrada e Beneficiada – ABNT 7203.....	7
<b>Tabela 2:</b> Coeficiente de anisotropia dimensional, qualidade e uso da madeira.....	12
<b>Tabela 3:</b> Coeficiente de anisotropia (T/R).....	13
<b>Tabela 4:</b> Fatores de Equivalência.....	28
<b>Tabela 5:</b> Dados Técnicos.....	33
<b>Tabela 6:</b> Dados iniciais.....	33
<b>Tabela 7:</b> Produção mensal.....	35
<b>Tabela 8:</b> Custo mensal de energia.....	36
<b>Tabela 9:</b> Custo de oportunidade do empreendimento (Caso 1).....	37
<b>Tabela 10:</b> Custo mensal de matéria-prima (Caso 2).....	37
<b>Tabela 11:</b> Custo mensal de matéria-prima.....	38
<b>Tabela 12:</b> Custo fixo total ao mês.....	40
<b>Tabela 13:</b> Custo fixo unitário.....	41
<b>Tabela 14:</b> Custos Variáveis Totais.....	42
<b>Tabela 15:</b> Custos Variáveis Unitários.....	42
<b>Tabela 16:</b> Custos Totais (Caso 2).....	43
<b>Tabela 17:</b> Fluxo de caixa, Caso 1 e Caso 2, respectivamente.....	44
<b>Tabela 18:</b> Fluxo de caixa do investimento (Caso 2).....	45
<b>Tabela 19:</b> Fluxo de caixa do investimento (Caso 2).....	46
<b>Tabela 20:</b> Análise de Sensibilidade 1.....	50
<b>Tabela 21:</b> Análise de Sensibilidade 2.....	51
<b>Tabela 22:</b> Comparação de ferramentas econômicas.....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	- Banco de Desenvolvimento Econômico e Social
FINAME	- Linha de crédito do BNDES
MAS	- Máquina Amarradeira de Sarrafos
NBR	- Denominação de Normas da ABNT
OMS	- Organização Mundial de Saúde

# SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Resíduos .....	3
2.1.1. Conceito de Resíduos .....	3
2.1.2. Classificação de Resíduos.....	4
2.1.3. Geração de Resíduos na Indústria Madeireira .....	4
2.1.4. Aproveitamento de Resíduos Industriais Madeireiros .....	5
2.2. Painéis de Madeira.....	7
2.2.1. Painel Compensado Sarrafeado.....	8
2.2.2 Componentes do Compensado Sarrafeado .....	10
2.2.2.1. Miolo.....	10
2.2.2.2. Contracapa.....	10
2.2.2.3. Capa.....	10
2.3. Produção do Painel Compensado Sarrafeado .....	11
2.3.1. Confecção de Sarrafos .....	12
2.3.2. Junção dos Sarrafos.....	13
2.3.2.1. Junção pela Colagem .....	14
2.3.2.2. Junção pela Amarração.....	15
2.3.3. Aplainamento e Uniformização da Superfície .....	15
2.3.4. Preparação da Superfície para Colagem.....	16
2.3.5. Revestimento da Parte Central do Painel.....	16
2.3.6. Prensagem .....	16

2.3.7. Acabamento.....	16
2.3.8. Armazenamento.....	17
2.3.9. Uso do Painel Compensado Sarrafeado .....	17
2.3.10. Resíduos para a Produção de Compensados Sarrafeados.....	18
2.4. Serraria .....	19
2.4.1. Estrutura Física de uma Serraria .....	19
2.4.2. Produção de Resíduos nas Serrarias .....	21
2.5. Conceitos Básicos de Engenharia Econômica.....	22
2.5.1. Fluxo de Caixa .....	22
2.5.2. Teoria de Custo.....	23
2.5.3. Métodos Determinísticos de Análise Econômica .....	24
2.5.4. Taxa Mínima de Atratividade – TMA .....	24
2.5.5. Taxa Interna de Retorno – TIR.....	25
2.5.6. Valor Presente Líquido – VPL.....	26
2.5.7. Valor Anual Uniforme Equivalente – VAUE .....	26
2.5.8. Método da Taxa de Retorno Incremental – TRI .....	26
2.5.9. Método do <i>Payback</i> .....	27
2.5.10. Análise de Sensibilidade .....	27
2.5.11. Fatores de Equivalência.....	28
2.6. Métodos de Custeio .....	28
2.6.1. Método ABC.....	28
2.6.2. Método RKW .....	29
2.7. Depreciação .....	29
3. MATERIAIS E MÉTODO .....	30
3.1. Metodologia Aplicada no Desenvolvimento da Pesquisa .....	30
3.2. Descrição do Caso .....	30
3.3. Serrarias da Região de Itapeva.....	31
3.4. Situação de Estudo .....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.1. Produtividade .....	35
4.2. Detalhamento dos Custos .....	35

4.2.1. Consumo Energético .....	35
4.2.2. Matéria-Prima e Insumos.....	36
4.2.2.1. Madeira .....	36
4.2.2.2. Fio de Nylon .....	38
4.2.2.3. Cola <i>Hot-Melt</i> .....	38
4.2.3. Mão-de-Obra .....	39
4.2.4. Instalação e Manutenção.....	39
4.2.5. Depreciação.....	40
4.2.6. Nota Fiscal de Venda.....	40
4.3. Custos Fixos .....	40
4.4. Custos Variáveis.....	41
4.5. Custos Totais.....	42
4.6. Receitas .....	43
4.7. Aplicação de Ferramentas Econômicas .....	43
4.7.1. TMA .....	43
4.7.2. Fluxo de Caixa.....	44
4.7.3. <i>Payback</i> Simples .....	44
4.7.4. <i>Payback</i> Descontado.....	46
4.7.5. Valor Presente Líquido (VPL) .....	46
4.7.6. VAUE .....	47
4.7.7. Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	48
4.7.8. Taxa de Retorno Incremental (TRI).....	49
4.8. Análise de Sensibilidade .....	49
4.9. Comparações Finais .....	52
5. CONCLUSÃO .....	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente no setor de produção primária, setor gerador de matéria prima para indústrias de beneficiamento, há uma grande geração de resíduos. Para a indústria de base florestal não é diferente, podendo ser revelada como uma das áreas industriais de maior geração de resíduos em termos quantitativos. No entanto, grande parte destes rejeitos gerados pode se transformar em produtos de alto valor agregado se submetidos a processos industriais adequados.

O aumento progressivo da quantidade de madeira desdobrada, somado ao despreparo das empresas atuantes, tem agravado este problema para todo o setor industrial madeireiro. Segundo a Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, SECTAM (2002), no Pará, devido à baixa mecanização das serrarias em atividade, apenas 35% de cada tora são transformados em produto serrado, mas essa eficiência poderia ser aumentada para 55% através de melhoramento simples na manutenção de máquinas e no treinamento de mão-de-obra.

A Legislação Brasileira, em medidas atuais, aponta a auto-responsabilidade das empresas nas atividades de remoção, estocagem e tratamento de resíduos gerados pelos processos de produção, a partir de procedimentos adequados para a conservação do meio ambiente (LEEUEWSTEIN, 2001).

No entanto, existe uma lacuna onde as empresas neste setor podem agregar valor: a administração dos resíduos gerados, mais especificamente quanto à sua minimização e disposição final. Grande parte destes resíduos possui considerável valor comercial se forem parcial ou integralmente processados.

A quantidade de resíduos de madeira produzida varia muito com o tipo de atividade praticada, os quais podem ser pequenos ou grandes, incluindo



partículas, serragem, refilos, destopos e uma combinação destes (C.T.DONOVAN ASSOCIATES INC., 1990). Estes resíduos podem se tornar matéria-prima para a fabricação de produtos de alto valor agregado, como móveis, construção civil, etc, ou para fins energéticos, como biomassa, pellets e briquetes.

Como possível forma de aproveitamento de resíduos, a criação de uma unidade de manufatura dentro de instalações industriais já estabelecidas, é prática já considerada comum para indústrias de base florestal.

Este trabalho tem como objetivo efetuar uma análise econômica detalhada do aproveitamento de resíduos sólidos industriais na formação do miolo de painéis sarrafeados amarrados através da aquisição de uma máquina amarradeira de sarrafos. Pretende também analisar o mercado ao qual o produto a ser gerado será inserido, bem como os fatores de maior influencia em sua demanda.

Serão relevados valores de aquisição, instalação, manutenção, depreciação, mão-de-obra e demais custos e despesas referentes à operação da máquina, bem como o parecer final do produto da análise das ferramentas econômicas aplicadas em confronto com a realidade do mercado ao qual o produto será destinado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão abordados os tópicos referentes ao setor industrial florestal e aos conceitos de base econômica pertinentes ao estudo.

### 2.1. Resíduos

Nos tópicos a seguir serão abordados conceitos referentes aos resíduos da indústria de base florestal.

#### 2.1.1. Conceito de Resíduos

Resíduo pode ser considerado qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo. Diversos tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) são gerados nos processos de extração de recursos naturais, transformação, fabricação ou consumo de produtos e serviços (LORA, 2002). O resíduo se difere do conceito de lixo se este for analisado no âmbito da empresa formadora. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o lixo como qualquer coisa que seu proprietário não deseje mais e que não possui valor comercial.

O descarte indevido e a disposição final inadequada do lixo e dos resíduos, independente da fonte geradora, geram o efeito conhecido como poluição. Lora (2002) define poluição como a degradação do ambiente, ou seja, mudanças nas características físico-químicas ou biológicas do ar, água ou solo, que afetam negativamente a saúde, a sobrevivência ou as atividades humanas e de outros organismos vivos. A minimização deste efeito se baseia fundamentalmente em duas vertentes, a redução da geração de rejeitos ou o reaproveitamento deles em processos alternativos.

Sendo assim, é importante o conhecimento a respeito destes descartes, principalmente no que tange à sua análise e classificação.

### 2.1.2. Classificação de Resíduos

Os resíduos podem receber varias classificações, diferindo-se em natureza, origem, composição, etc. Os resíduos sólidos, por sua vez, podem ser de origem industrial, doméstica, hospitalar, agrícola, de serviços e de varrição e são classificados da seguinte maneira (NBR 10004):

- **Classe I - Perigosos:** Apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Exemplos: borra de tinta, óleos minerais e lubrificantes, resíduos com *thinner*, madeira tratada com preservantes, entre outros;
- **Classe II - Não-inertes:** São aqueles que não se enquadram nas classificações I e III, porém, podem ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- **Classe III - Inertes:** Não possuem constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade das águas. Como exemplo desses materiais pode ser citado rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Os resíduos sólidos industriais são definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como: “resíduos no estado sólido ou semi-sólido, resultante das atividades industriais, ficando incluídos nessa definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente viáveis, em face da melhor tecnologia disponível”.

### 2.1.3. Geração de Resíduos na Indústria Madeireira

A geração de resíduos se dá nas mais diversas áreas de atuação como siderúrgica, alimentícia, construção civil, etc. Como exemplo de descrição dessa geração, este trabalho visa a área madeireira.

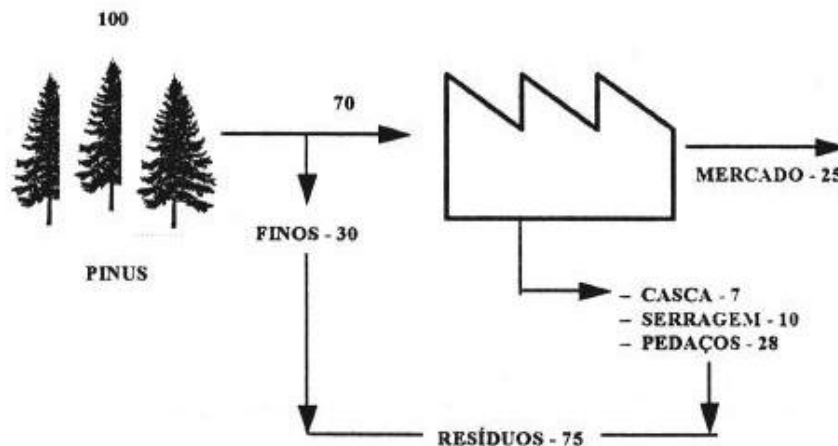
A conversão de toras em produtos como tábuas, pranchas, vigas ou outras peças de madeira acarreta necessariamente na geração de uma quantidade relativamente alta de desperdício, segundo os fatores que influenciam seu volume, a natureza da matéria-prima, a eficiência das máquinas empregadas pela indústria, a eficiência do processo produtivo e as exigências de mercado. O último fator, particularmente, exerce influência através das quantidades relativas de madeira serrada de diversas espessuras e comprimentos solicitados, uma vez que, por exemplo, a obtenção de tábuas mais finas requer maior quantidade de cortes, o que aumenta o desperdício em forma de serragem (Anuário Brasileiro de Economia Florestal, 1957).

Estimativas grosseiras da quantidade de resíduos disponíveis podem ser feitas através das áreas florestais produtivas, da sua produção primária e do grau de rendimento. Nos resíduos das diferentes indústrias madeireiras, a disponibilidade pode ser determinada diretamente das estatísticas disponíveis ou da relação *input* matéria-prima *output* produtos (PATZAK, 1977), ou seja, pelo princípio do balanço de materiais, considerando a quantidade de matéria-prima que entra e a quantidade de produto final que sai do processo.

#### 2.1.4. Aproveitamento de Resíduos Industriais Madeireiros

Os resíduos florestais ou madeiráveis, além de serem utilizados para a geração de energia de diversas formas como queima direta, briquetes de madeira, carvão, briquetes de carvão e *pellets*, pode ser utilizado em outros fins como na fabricação de pequenos objetos e utensílios como brinquedos, artigos decorativos, cabos de ferramentas, artigos desportivos, produção de chapas de partículas e de sarrafos, entre outros.

Tomaselli (1997) *apud* Mendes et al (2000), afirma que, para o Pinus, os resíduos gerados em uma cadeia produtiva de serrados constituem-se de 7 % de casca, 10 % de serragem e 28 % de pedaços, isso sem considerar as perdas na extração da madeira (Figura 1).



**Figura 1:** Geração de resíduos da cadeia produtiva de serrados.

Fonte: Tomaselli (1997).

Embora relativamente antigo, a realidade de rendimento para a indústria madeireira pouco se alterou em catorze anos. Como citado na introdução, dados atuais remetem a valores de não mais 25% de produto final, mas 35%; aproveitamento expressivamente pequeno para escalas industriais.

O resíduo gerado em serrarias é uma importante matéria-prima para indústrias de produção de polpa e papel e chapas de partículas ou de sarrafos. O resíduo destinado às indústrias de polpa, papel e chapa de partículas é picado, geralmente em picadores, transformando todo o material em cavacos, lascas de madeiras cisalhadas, podendo ser obtidas a partir de diferentes partes da tora de madeira ou de seus derivados.

Os cavacos de madeira podem ser classificados em três classes, separados por três modalidades de cortes distintos: corte 90-0, corte 90-90 e corte 0-90. A qualidade do cavaco é proveniente do tipo de corte, pois não existe um padrão definido em função do cisalhamento, mas o tamanho é importante.

De forma diferente, os resíduos destinados a indústria de painéis compensados sarrafeados são pedaços de madeira serrada que tem seus diâmetros compreendidos em 2,0-4,0 cm de espessura, 2,0-10,0 cm de largura, sem especificações quanto ao comprimento (ABNT, 1982), como mostra a Tabela 1.

<b>Peças</b>	<b>Espessura (cm)</b>	<b>Largura (cm)</b>
Pranchões	>7,0	>20,0
Prancha	4,0 – 7,0	>20,0
Viga	> 4,0	11,0 – 20,0
Vigota	4,0 – 8,0	8,0 – 11,0
Caibro	4,0 – 8,0	5,0 – 8,0
Tábua	1,0 – 4,0	>10,0
Sarrafo	2,0 – 4,0	2,0 – 10,0
Ripa	< 2,0	<10,0

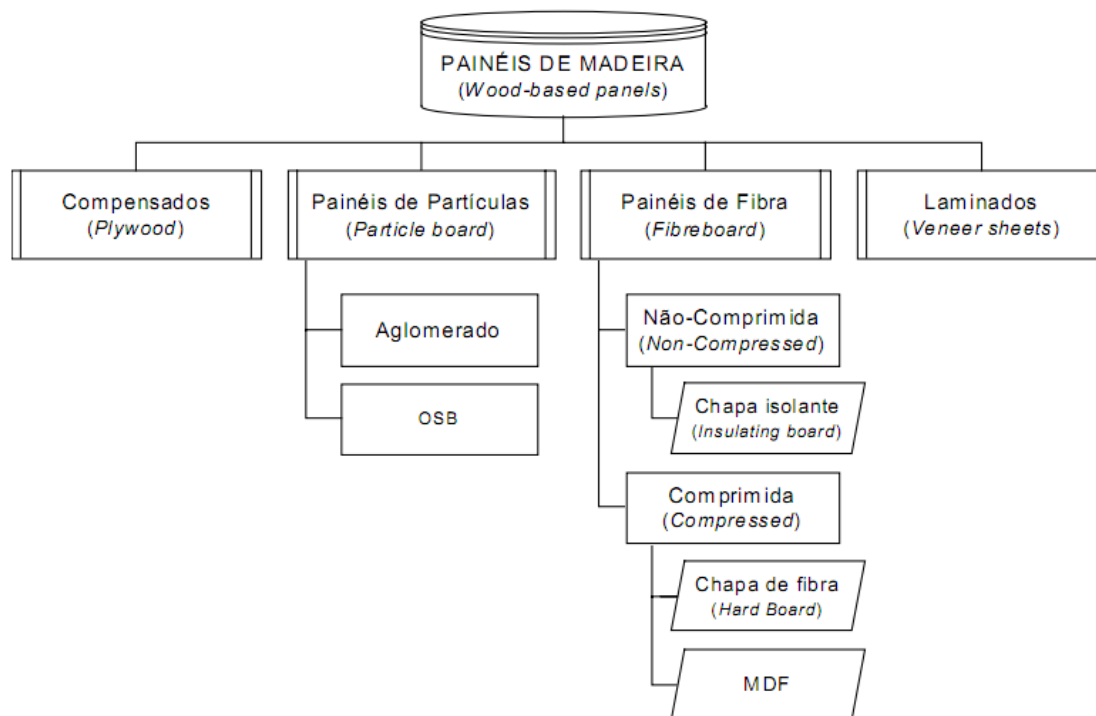
**Tabela 1:** Madeira Serrada e Beneficiada – ABNT 7203

Fonte: ABNT (1982)

## 2.2. Painéis de Madeira

Os painéis são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes estágios de desagregação, que são aglutinadas pela ação de pressão e temperatura, com uso de resinas em alguns casos. Esse tipo de produto substitui a madeira maciça em diferentes usos, como na fabricação de móveis e pisos. Os painéis surgiram, principalmente, para atender a uma necessidade gerada pela escassez e pelo encarecimento da madeira maciça.

Mattos *et al.*(2008), cita a subdivisão dos painéis de base florestal no esquema demonstrado na Figura 2.



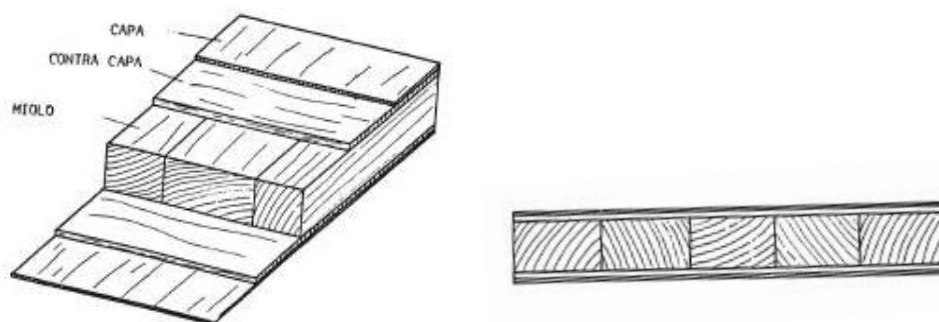
**Figura 2:** Classificação dos componentes (painéis) de base florestal.

Fonte: Keinert Jr. (1989)

Compreendem-se dentro da classificação dos compensados os chamados *plywoods*, painéis compensados multilaminados com a direção da grã das lâminas alternadas perpendicularmente entre si; *core plywood* ou *blockboard*, painel compensado formado por um miolo maciço de sarrafos e duas camadas laminares de travamento; *cellularboard*, painel com miolo de construção celular; *composite plywood*, compensado com miolos ou partes constituintes formados por material que não madeira (MATTOS *et al.*, 2008).

### 2.2.1. Painel Compensado Sarrafeado

Segundo Iwakiri (1998), o compensado sarrafeado consiste de um painel fabricado com a parte central constituída de sarrafos, podendo ser estes provenientes de matéria-prima específica ou resíduos industriais de base florestal, que são colados lateralmente e revestidos com lâminas (capa e contracapa). O compensado sarrafeado é baseado no princípio da alternância do sentido das grãs entre as camadas constituintes, como medida de travamento e estabilidade dimensional do painel (Figura 3).

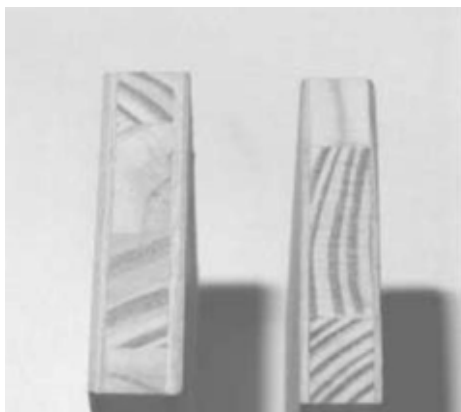


**Figura 3:** Princípio de construção de um Painel Compensado Sarrafeado.

Fonte: Keinert Jr. (1989)

O termo compensado sarrafeado (*"blockboard"*) deve-se ao método de fabricação, que consiste em formar a parte central do painel (miolo), colando-se madeira serrada (sarrafo) em blocos sendo o conjunto, então, revestido com lâminas (Iwakiri, 1998).

Na Figura 4 os perfis de compensado sarrafeado são destacados pela disposição aleatória dos anéis de crescimento dos sarrafos, além da evidência ao miolo, as lâminas da contracapa e da capa.



**Figura 4:** Amostras de Compensado Sarrafeado.

Os sarrafos são, em geral, estreitos, mas a sua altura pode variar com a espécie, o método de fabricação, a aplicação final, dentre outros fatores. Frequentemente empregam-se sarrafos curtos, unidos topo a topo, cuja colagem pode ser realizada apenas nos topos; pela união lateral, isto é, pela junção completa de suas arestas laterais (podendo ser através da colagem direta ou pela amarração de fio de *nylon* saturado em adesivo); e, em alguns casos, a mesma pode ser até suprimida; nesse caso, os sarrafos são mantidos



juntos apenas pela ação das lâminas capa.

## 2.2.2 Componentes do Compensado Sarrafeado

### 2.2.2.1. Miolo

É chamado miolo a parte central do compensado sarrafeado o qual é formado pela junção dos sarrafos, explicado anteriormente. O miolo é a porção estrutural do painel compensado sarrafeado e é inicialmente revestido de uma lâmina (contracapa), atuando como camada de transição entre a grã perpendicular da região central e a grã da capa, lâmina final e de maior qualidade do compensado sarrafeado.

### 2.2.2.2. Contracapa

A contracapa pode ser, ou não, da mesma espécie que compõe a capa e a parte central, admitindo, no entanto, uma lâmina de qualidade inferior em relação à capa. Sua função é basicamente a de “travamento” do painel, com função estrutural igualmente importante.

### 2.2.2.3. Capa

A lâmina que irá compor a capa normalmente é de qualidade superior à da contracapa, principalmente se o painel for destinado a um uso final em que a estética seja essencial; portanto, devem-se utilizar, nesse caso, espécies que apresentem aspectos superficiais de elevado valor decorativo (Iwakiri, 1998).

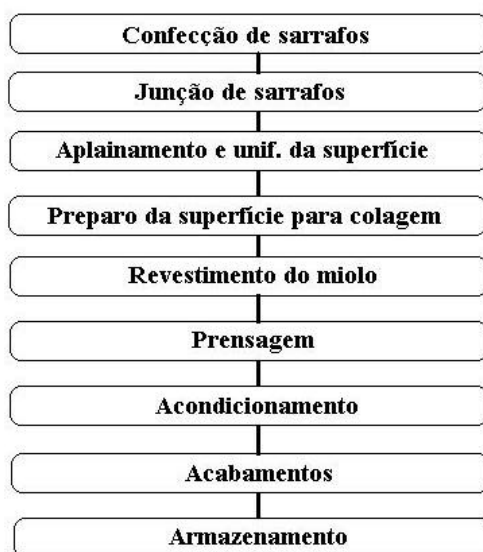
A Figura 5 ilustra revestimentos (capas) distintos aplicáveis aos painéis sarrafeados, proporcionando-lhes aspecto maciço, valorizando o produto e diversificando a utilização.



**Figura 5:** Painéis sarrafeados com diferentes capas.

### 2.3. Produção do Painei Compensado Sarrafeado

A produção industrial de painéis compensados sarrafeados segue normalmente as etapas expostas pelo fluxograma mostrado na Figura 6.



**Figura 6:** Fluxograma produtivo industrial simples de compensados sarrafeados.

Fonte: Iwakiri (1998)

A confecção dos sarrafos é de extrema importância, atentando para o formato das peças em suas extremidades, principalmente em vista do encaixe exato dos pedaços ao compor o painel no processo de junção dos sarrafos.

### 2.3.1. Confeção de Sarrafos

Previamente à confeção de sarrafos, é necessário atentar para a seleção de matéria-prima para a produção do painel em decorrência do gradiente anisotrópico – índice que mede a variação dimensional de uma peça de madeira em dois dos seus três planos principais: radial e tangencial – a surgir na formação da porção central. Isto decorre da diferença de contração tangencial e radial, proporcionando aos painéis certa instabilidade dimensional. O resultado disso pode ser o surgimento de defeitos, má qualidade do produto e até a sua perda.

Nock *apud* Logsdone e Penna (2004) assinalaram a relação entre o coeficiente de anisotropia dimensional de retração e inchamento da madeira à sua qualidade e uso, demonstrado na Tabela 2.

Coeficiente de anisotropia em:		Qualidade da madeira	Utilização indicada para a madeira
Retração	Inchamento		
Até 1,50	Até 1,54	Excelente	Móveis finos, esquadrias, barcos, aparelhos musicais, aparelhos de esporte e etc..
1,50 a 2,00	1,54 a 2,10	Normal	Estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos.
Acima de 2,00	Acima de 2,10	Ruim	Construção civil (observadas as características mecânicas), carvão, lenha e etc..

**Tabela 2:** Coeficiente de anisotropia dimensional, qualidade e uso da madeira

Fonte: Nock *et al.* (1975).

Segundo Mendes, Albuquerque e Iwakiri (1999), as propriedades da madeira mais importantes requeridas para a escolha dos sarrafos na produção de compensados sarrafeados são as seguintes: umidade; massa específica; contração radial (CR); contração tangencial (CT); contração volumétrica (CV); coeficiente de anisotropia (CT/CR) e coeficiente de retratibilidade volumétrica.

De acordo com Keinert Jr. (1989), para minimizar o inchamento dos painéis sólidos deve-se selecionar tábuas obtidas, radialmente, de espécies com baixa contração radial, a exemplo da Teca, Pinus, e Mogno. Deve-se evitar espécies como Eucalipto, Betula, Faia, Nogueira e o Carvalho.

A Tabela 3 mostra as propriedades de contração e inchamento do

*Pinus elliottii* Engelm.e do *Eucaliptus citriodora*

<b>Espécie</b>	<b>T/R</b>	<b>CR</b>	<b>CT</b>
<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	1,54	0,43	0,67
<i>Eucaliptus citriodora</i>	1,44	0,79	1,16

**Tabela 3:** Coeficiente de anisotropia (T/R).

Fonte: Keinert Jr. (1989)

Onde CR – CT simbolizam a contração ou inchamento de tábuas de 30,48cm de largura para cada 10% de mudança no teor de umidade, nos planos radial e tangencial, respectivamente.

Embora os coeficiente de anisotropia de ambas as espécies estejam compreendidos dentro do intervalo de qualidade considerado excelente, os índices de contração e inchamento apresentados pelo *Eucaliptus citriodora* são maiores que os apresentados pelo *Pinus elliottii* Engelm., o que justifica o uso do último para a confecção do miolo do compensado sarrafeado.

Segundo Campos e Tavares (2001), a madeira do Pinus é propícia para a elaboração desses compensados; porém, a quantidade de nós presentes também é um fator que pode prejudicar a qualidade final do produto.

### 2.3.2. Junção dos Sarrafos

Compreende a esta atividade a união dos sarrafos que irão compor a parte central do painel compensado sarrafeado, sendo realizado por máquinas que fazem a colagem longitudinal das superfícies laterais dos sarrafos, ou por sistema de amarração, utilizando fios de nylon e cola “hot-melt”, no sentido perpendicular aos sarrafos.

O ângulo dos anéis de crescimento dos sarrafos também deve ser observado na hora da junção dos mesmos. Quando os anéis de crescimento dos sarrafos são acondicionados de forma paralela a um dos lados da seção transversal da peça, ou seja, em ângulos retos, não haverá alterações na dimensão. Porém, se estes se dispuserem em sentido transversal (ângulos diferentes de 90º graus) com os lados da peça, poderá haver deformações, principalmente se o ângulo equivalente for o de 45º, quando o inchamento se

distenderá na diagonal da sua superfície.

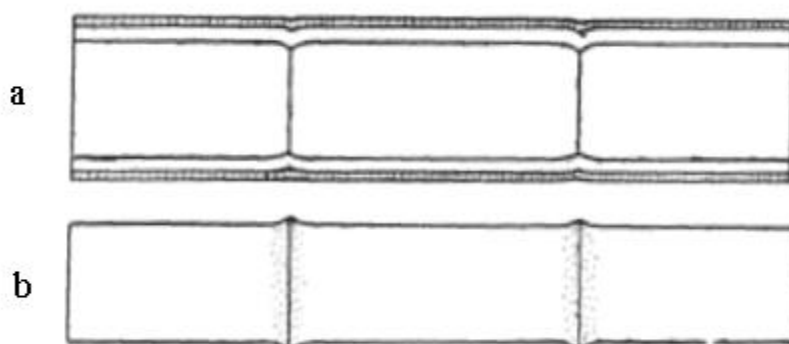
### 2.3.2.1. Junção pela Colagem

Normalmente ocorre de forma automatizada. Esta operação consiste na aplicação de cola nas laterais dos sarrafos no sentido longitudinal, e pela junção, realizada por aplicação de pressão, unindo os sarrafos que irão compor a parte central.

Contudo, esta operação pode provocar deterioração na qualidade da superfície do painel, caso não seja climatizado por tempo suficiente, a fim de equalizar a umidade, antes do aplainamento da parte central (MENDES et al., 1999).

Se assim não ocorrer, o resultado será um defeito importante que levará a deformações no produto final. Keinert Jr., 1989, menciona que esse fenômeno é conhecido como junta “Sunken”. A ausência de tempo de espera suficiente para a expansão do miolo do painel antes de seu aplainamento acarreta como consequência natural, depressões na superfície do compensado, Figura 7(a).

Após a colagem das superfícies laterais, a porção interna dos sarrafos (partes mais próximas às linhas de cola lateral) pode apresentar, ainda, aumento significativo da umidade em decorrência da absorção da água presente na cola. Este efeito pode ser visualizado na Figura 7(b).



**Figura 7:** Desenvolvimento de juntas Sunken, em pontos de absorção de umidade junto à linha de cola.

Fonte: Keinert Jr. (1989)

### 2.3.2.2. Junção pela Amarração

Se a junção dos sarrafos para formação do miolo for realizada por meio de amarração há, conseqüentemente, a redução do desenvolvimento das juntas Sunken, vez que agora será a superfície superior e inferior, de forma completa, que estarão sob efeito das medidas de cola. As superfícies limítrofes do painel serão as únicas superfícies laterais em contato direto com a cola.

A amarração consiste de uma operação realizada por máquina de fluxo contínuo, ou seja, os sarrafos são posicionados sobre a mesa da entrada, dotada de rolos com movimento giratório, mas com velocidade diferenciada, sendo os posteriores mais velozes que os anteriores. Essa condição tem o objetivo de encostar os sarrafos no sentido do comprimento. As guias laterais são responsáveis por determinar a largura do painel. Além disso, antes da passagem do fio com cola, os sarrafos recebem pressão lateral e vertical, a fim de comprimir o painel.

O painel, então, é amarrado por um ou mais fios previamente saturados em cola, mantendo a estrutura fechada que vem dos rolos de alimentação. Um par de rolos aquecidos e um par de rolos frios com aperto pneumático promovem a fusão da cola e o aperto do fio sobre a madeira. Quando o painel atinge o comprimento determinado por uma fotocélula, um carro com serra promove o corte automático do painel (MENDES et al., 1999).

### 2.3.3. Aplainamento e Uniformização da Superfície

O objetivo desta operação é homogeneizar a espessura dos sarrafos que formam a parte central do compensado. É inevitável, durante a formação do miolo, a variação de espessura, no entanto este valor não pode superar a grandeza de  $\pm 1,5\text{mm}$ . A largura dos sarrafos não deve apresentar variação superior a 25 mm, sabendo-se que a estabilidade dimensional diminui com o aumento da largura. Os sarrafos originam produtos de melhor qualidade, embora de custo mais elevado, 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.

#### 2.3.4. Preparação da Superfície para Colagem

No processo de aplainamento dos sarrafos, sua superfície fica lisa e adequada para o processo de colagem. Mesmo assim, antes do revestimento da parte central do painel, é necessário realizar uma operação de limpeza, visando retirar as impurezas, como: restos de serragem e partículas de menor granulometria que possam ocasionar danos à colagem.

A umidade, de igual modo, deve ser atendida e apresentar-se homogênea nos sarrafos, com variação inferior a 1%, não só pelos problemas citados anteriormente, mas pelo sucesso da colagem.

#### 2.3.5. Revestimento da Parte Central do Painel

A parte central do painel compensado sarrafeado é coberta inicialmente por uma lâmina (contracapa) como revestimento de transição, com a grã no sentido perpendicular à região central e, finalmente, outra lâmina (capa) de qualidade superior, com a grã no sentido paralelo aos sarrafos que compõe a parte central.

#### 2.3.6. Prensagem

Basicamente esta operação é a mesma executada para a produção de compensados convencionais multilaminados, onde as variáveis, como pressão, temperatura e tempo de prensagem devem ser ajustados, a fim de proporcionar a união da parte central com as lâminas externas que compõem o painel. A exceção é que os compensados sarrafeados são empregados para o uso interno; portanto, o adesivo utilizado é compatível com o uso final do painel, não sendo necessário o emprego de resinas à prova d'água.

#### 2.3.7. Acabamento

Consiste no lixamento da superfície do painel, gerando uma superfície

mais lisa, com a restrição de que após a fabricação dos painéis, estes devem ser acondicionados em local livre de umidade durante um intervalo de tempo de, no mínimo, sete dias antes da operação de lixamento (MENDES *et al.*, 1999).

#### 2.3.8. Armazenamento

O armazenamento dos painéis sarrafeados prontos devem ocorrer em ambientes propícios, a fim de preservar suas características e não comprometer a qualidade final do produto, até o seu despacho. A Figura 8 mostra pilhas de painéis compensados sarrafeados pronta para a expedição.



**Figura 8:** Compensados sarrafeados empilhados para expedição.

#### 2.3.9. Uso do Painel Compensado Sarrafeado

De acordo com Iwakiri (1998), os compensados sarrafeados podem ser utilizados para uso interno, na fabricação de móveis, painéis divisórias, além de outros serviços de carpintaria.

O uso deste painel vem aumentando, dado o menor custo de produção e maior facilidade de manuseio do que o compensado multilaminado. Em contrapartida, há o fator de aproveitamento da matéria-prima, menor para o compensado sarrafeado. O índice de aproveitamento do produto (matéria-prima), citado pelo autor anterior, afirmou que com 1 m<sup>3</sup> de toras se pode



produzir 0,35 m<sup>3</sup> de compensado sarrafeado contra 0,65 m<sup>3</sup> para o compensado multilaminado (PRADA, 2003).

Na Figura 9 pode-se destacar a qualidade e o potencial decorativo e acústico deste painel, uma vez que o fator determinante de sua utilização estética é a capa utilizada, distinguindo-se em cor e tratamento superficial.



**Figura 9:** Aplicação de compensados sarrafeados como recurso acústico e estético em um teatro.

Fonte: Brascoterm (2009)

Com a crescente demanda por madeira, o compensado sarrafeado apresenta vantagens ecológicas no que tange o aproveitamento da madeira serrada, agregando valor a um produto que seria em parte considerado resíduo e dando um destino ambientalmente correto a muitas sobras que poderiam ser incorretamente descartadas.

#### 2.3.10. Resíduos para a Produção de Compensados Sarrafeados

A produção de compensados sarrafeados é uma opção viável quando há a possibilidade de aproveitamento de resíduos de serrarias, principalmente quando estes são compostos principalmente por pequenas peças de madeira dentro das dimensões acima citadas. É comum deparar-se com a queima inadequada ou destino a fins energéticos de descartes florestais que são potenciais matérias-primas unicamente pela falta de utilização viável dos

mesmos.

A finalidade de resíduos industriais de base florestal para a utilização em compensados sarrafeados não só cria uma opção alternativa para a disposição destes descartes, como também agrega valor a um produto outrora depreciado.

Em contrapartida, deve haver a consciência de que não é todo o resíduo gerado pela indústria de desdobro primário da madeira que pode ser encaminhado para a produção de compensado sarrafeado. Isto, pois a preparação da matéria-prima desta atividade requer processamentos prévios que elevam o custo de preparação dos sarrafos. Além disso, a qualidade final dos painéis pode ser afetada em razão da existência de gradientes elevados de anisotropia, recomendando-se, portanto, baixos valores desse coeficiente nas peças a serem empregadas (Iwakiri, 1998).

A produção de compensados sarrafeados ainda é reduzida, apresentando a marca de apenas 25 a 35% dos painéis compensados produzidos em geral. Por conseqüência, o seu consumo situa-se no baixo nível de 0,25 a 0,35m<sup>3</sup> para cada m<sup>3</sup> de compensado laminado comercializado (id IBID).

## 2.4. Serraria

Serraria é o local onde toras são recebidas, armazenadas e processadas em madeira serrada, sendo posteriormente estocadas por um determinado período para secagem, ou seja, são indústrias responsáveis pelo processamento primário da madeira (Rocha, 2002).

Algumas vezes podem-se encontrar junto às serrarias, unidades de beneficiamento. Todavia, não são englobadas na definição de serraria acima, uma vez que fazem a usinagem da madeira e não seu desdobro primário.

### 2.4.1. Estrutura Física de uma Serraria

Antes da instalação de uma serraria, um planejamento que compreenda pátio de toras, local para maquinário, local para classificação, tratamento químico e secagem da madeira serrada e um depósito de madeira serrada

seca deve ser realizado, de preferência, que todos esses setores sejam dispostos em linha reta, visando maior economia do trabalho. Rocha (2002) especifica cada setor como segue:

- **Pátio de toras:** O pátio de toras é o local onde será descarregada a matéria-prima para posterior desdobro. O pátio de toras normalmente é constituído de quatro partes: uma ligação com as vias de transporte, local para descarregamento, local para classificação e preparo das toras e depósito de toras já classificadas. O pátio deverá apresentar algumas características importantes: deve ser seco, não apresentar declives acima de 5%, ele deve ser em nível pouco superior ao da serraria, ter boa comunicação com rodovias e as toras não devem ser descarregadas diretamente com o solo. Nesse setor que é realizada a divisão das toras em classes diamétricas, essa prática é importante para a utilização da matéria prima na serraria;
  
- **Local para maquinário:** O prédio onde se encontra o maquinário é constituído, basicamente, pelos setores de:
  - **maquinário principal:** local para fixação das serras para o desdobro das toras;
  - **maquinário secundário:** área destinada para instalação de serras para desdobro secundário e de reaproveitamento;
  - **afiação:** local onde são realizadas as atividades de manutenção e afiação de ferramentas cortantes;
  
- **Local para classificação, tratamento químico e secagem da madeira serrada:** Nesse local é realizada a classificação das peças obtidas após o processamento da tora em classes pré-determinadas pela gerência da serraria. Após as mesmas são levadas ao tratamento químico e depois à área de secagem. A secagem da madeira pode ser realizada de diversas maneiras como, por exemplo, a secagem natural e a secagem em estufas;

- **Depósito de madeira serrada e seca:** Após a secagem das peças as mesmas são estocadas em depósitos de madeira serrada e seca para posterior beneficiamento ou comercialização com seus clientes.

#### 2.4.2. Produção de Resíduos nas Serrarias

Como citado, serraria são indústrias de processamento primário da madeira as quais usam a tora inteira para gerar produtos como pranchas, vigas, tábuas, etc. Os produtos são industrializados após as toras serem desgalhadas, destopadas e serradas. Com base nesta definição, os resíduos gerados neste tipo de indústria são classificados como sólidos, dispensando manuseio especial ou uso de equipamentos para tratamento.

Os resíduos são gerados em maior quantidade no processo de manufatura e podem ser classificados em partículas, serragem, casca, refilo e destopo, e uma variação de combinação destes.

A Tabela 4 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos por Miyazaki (1989) *apud* Olandoski *et al.* (1997) em serrarias que desdobram madeiras de coníferas respectivamente nos Estados Unidos e no Brasil.

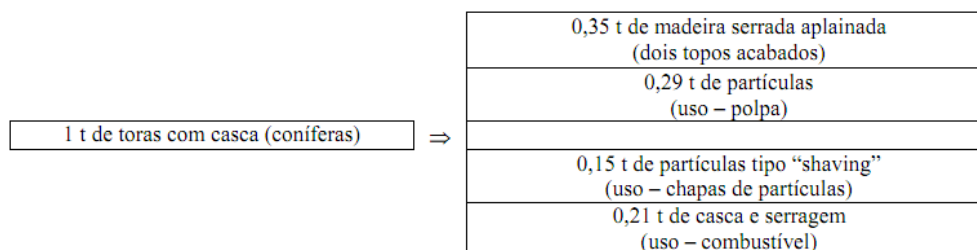
País	Tipos de resíduos gerados (%)			
	Refilo	Destopo	Pó-de-lixia e serragem	Casca e outros resíduos
EUA	14,40	1,60	8,50	6,70
Brasil	24,00	3,00	10,00	12,00

**Tabela 4:** Produção de resíduos em serraria de coníferas nos Estados Unidos e Brasil.

Fonte: Miyazaki (1989) e Olandoski *et al.* (1997).

Pela análise superficial da Tabela 4, pode-se perceber que as operações que dependem mais intensamente do treinamento dos operadores (refilo e destopo), e qualidade da matéria-prima (casca e outros resíduos), a quantidade de resíduos no Brasil pode chegar ao dobro dos Estados Unidos.

Nesta mesma linha de pesquisa, Kock (1976) *apud* Olandoski (1997) quantificou os resíduos gerados na manufatura de madeira serrada aplainada de coníferas para uso em construção de casas e qualificou os resíduos para usos potenciais, como mostra a Figura 10.



**Figura 10:** Fluxograma do rendimento em madeira serrada aplainada a partir de toras de coníferas com casca.

Fonte: Olandoski *et al.* (1997).

De maneira geral, para a manufatura de uma tonelada seca de madeira de conífera serrada serão necessárias 2,86 toneladas secas de tora com casca.

## 2.5. Conceitos Básicos de Engenharia Econômica

Nos itens que seguem serão abordadas definições básicas de itens de Engenharia Econômica. Tais conceitos serão essenciais para a compreensão do trabalho. Entre os conceitos demonstrados estão as ferramentas de análise econômico as quais darão suporte uma tomada de decisão relacionada à lucratividade entre dois projetos.

### 2.5.1. Fluxo de Caixa

Fluxo de caixa é o instrumento que permite ao administrador financeiro: planejar, organizar, coordenar, dirigir e controlar os recursos financeiros de sua empresa para um determinado período ou exercício.

O fluxo de caixa determina a saúde financeira da empresa, independente das condições econômicas; isto é, a empresa pode se encontrar em bom momento econômico, mas não necessariamente em um bom momento financeiro. Sabe-se que grandes partes das empresas não quebram por falta de lucro, mas sim por falta de caixa.

Sendo assim, o fluxo de caixa é elaborado de demonstrações econômicas e financeiras, possibilitando ao empresário ou administrador tempo hábil para tomada de decisões por sua flexibilidade, eficiência, agilidade e

segurança.

### 2.5.2. Teoria de Custo

Quando tratamos de itens de controle administrativos e financeiros, como por exemplo, o fluxo de caixa, visamos somente apontar o lucro – resultado financeiro - a ser gerado por uma atividade durante um período. No caso de empresas e organizações financeiras, o lucro é resultado da diferença das receitas totais com os custos totais. A maximização do lucro, por sua vez, será maior quanto maior for a diferença positiva entre estes dois índices.

As receitas são limitadas principalmente pela produtividade de uma firma e pelo mercado de consumo, através de demandas de consumo. Sendo assim, algumas formas existentes de maximização de lucro visam a otimização do processo e a forma mais eficaz de se aumentar a diferença entre receita e custos é a minimização do último. Para isso, faz-se necessária uma boa compreensão de todos os custos aos quais uma empresa está envolvida, bem como a sua completa apuração. Os principais tipos de custos estão assinalados abaixo:

- **Custo Fixo (CF)** - Os custos fixos compreendem os gastos com edificações, mão-de-obra indireta, a manutenção de setores não diretamente envolvidos na atividade de produção, os equipamentos e outros elementos que definem genericamente à “capacidade instalada da empresa”. São aqueles que não sofrem alterações diretas com a variação produtiva (Alves, 1994).
- **Custo Variável (CV)** – Aos custos variáveis incluem os insumos necessários à atividade de produção (matéria-prima e outros materiais intermediários), a mão-de-obra direta, a energia e outros fatores envolvidos nessa mesma atividade. Estes custos serão iguais a zero quando não houver produção e aumentarão à medida que a produção aumentar (Passos e Nogami, 2008).
- **Custo Direto** - Aqueles que podem ser imediatamente ligado a um determinado produto ou serviço, ou seja, seus valores e quantidades em relação ao produto são de fácil identificação.

Sendo assim são os gastos que recairão diretamente sobre o custo de produção deste produto ou serviço (Alves, 1994).

- **Custo Indireto** - Os custos indiretos, por sua vez, são gastos que necessitam de rateio, divisão e estimativas para serem divididos nos produtos ou serviços pretendidos. São assim identificados, pois é complexa sua divisão e quantificação em relação ao produto final, uma vez que se utilizam seus gastos em vários produtos ao mesmo tempo.

### 2.5.3. Métodos Determinísticos de Análise Econômica

A primeira questão que surge ao se analisar um investimento é quanto ao próprio objetivo da análise.

Um objetivo que foi largamente utilizado, e que hoje pode ser considerado ultrapassado, é o objetivo imediatista de lucro no final do próprio exercício. O objetivo “lucro imediato” passa a ser substituído, atualmente, pelo pensamento “Máximos ganhos em determinados horizontes de análise”

A seguir serão tratados alguns instrumentos de análise econômica que podem ser essenciais para a determinação da viabilidade de um investimento.

### 2.5.4. Taxa Mínima de Atratividade – TMA

Trata-se de uma taxa, índice, tomado como base para cálculo nas ferramentas de análise econômica.

Quando se analisa uma proposta de investimento deve ser considerado o fato de se estar perdendo a oportunidade de obter retornos pela aplicação do mesmo capital em outros projetos. A nova proposta para ser atrativa deve proporcionar, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco. Nisto se resume a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (CASAROTTO FILHO & KOPITCKE, 2007).

Sendo assim, no caso de pessoas físicas é comum adotar a rentabilidade da caderneta de poupança como o mínimo atrativo para um investimento. Já para pessoas jurídicas, a determinação deve ser mais apurada e depende do

prazo ou da importância estratégica das alternativas, por exemplo:

- Curtíssimo Prazo – menos de um mês – considera-se o rendimento de títulos bancários de curto prazo como o CDB.
- Médio Prazo – até seis meses – usa-se a média ponderada dos rendimentos das contas do capital de giro, como aplicações decaixa, valorização de estoques ou taxa de juros embutidas em vendas a prazo.
- Longo Prazo – superior a seis meses – a TMA passa a ser uma meta estratégica. Por exemplo: uma empresa com meta de crescimento patrimonial líquido de 10% a.a. com uma política de distribuição de dividendos de ordem de 1/3 dos lucros, deve adotar como TMA de 15% a.a. Neste caso, poderá distribuir 5% como dividendos e reinvestir os 10% restantes.
- Empresas Financeiras – considera-se TMA como a taxa mínima para se obter lucro financeiro. Elas captam recursos e os repassam a uma determinada margem. A taxa de captação pode ser considerada como Taxa Mínima de Atratividade de um banco.

#### 2.5.5. Taxa Interna de Retorno – TIR

É também chamada de taxa de retorno de um fluxo de caixa descontado, taxa interna de retorno ou taxa verdadeira de retorno. Trata-se da taxa de juros a qual torna nulo o valor presente líquido.

Utiliza-se este método em casos os quais a prática do investimento iguala-se a um fluxo de caixa, ou seja, o retorno obtido (retirada de capital, descontos ou renda) ocorra em períodos pré-determinados ou intervalos exatos. Normalmente, por se referir a uma taxa, o índice obtido destina-se a um valor anual. Os investimentos com TIR maior que a TMA são considerados rentáveis e passíveis de análise (CASAROTTO FILHO & KOPITKE, 2007).

Ao se comparar duas espécies de investimento, a comparação entre a TIR das duas alternativas não permite afirmar que se: TIR de um investimento A é maior que a TIR de um investimento B ( $TIR_A > TIR_B$ ), então A deve ser preferido a B. Deve-se sempre levar em consideração outros fatores que irão



influenciar na viabilidade do projeto analisado. Não é vantajoso, em todos os casos, obter-se um valor para TIR superior ao TMA, uma vez que o resultado deste está diretamente ligado, como forma de análise, ao valor inicialmente investido (id. *ibid.*).

#### 2.5.6. Valor Presente Líquido – VPL

A grande característica deste fundamento financeiro está no fato de não distribuir o investimento inicial durante a vida da aplicação (custo de operação do capital), devendo-se calcular o valor presente dos demais termos do fluxo de caixa para somá-los ao investimento inicial de cada alternativa. Os valores do fluxo de caixa, entradas e saídas, são trazidos no instante zero do investimento descontado pela TMA e analisados de acordo com o resultado. Quanto maior o valor positivo, mais atrativo é o investimento. Se o valor for negativo, o investimento é menos atrativo que o da TMA.

#### 2.5.7. Valor Anual Uniforme Equivalente – VAUE

Este método consiste em achar a série uniforme anual (A) equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à TMA, ou seja, acha-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada projeto utilizando-se a TMA. O melhor projeto é aquele que tiver o maior saldo positivo (FILHO e KOPITTKKE, 2008). Apesar de se chamar Valor Anual Uniforme Equivalente, a quantia obtida se refere ao período em que está dimensionada a taxa da TMA. Isto é, se o índice adotado pela TMA for mensal, o VAUE retornará valores mensais uniformes equivalentes.

#### 2.5.8. Método da Taxa de Retorno Incremental – TRI

O método da Taxa de Retorno Incremental (TRI) aponta o incremento da renda proporcionada por um investimento em relação ao outro, relevando, contudo, a possível diferença investida entre eles. O método é comumente utilizado em investimentos que apresentem valores de aquisição de bens

distintos entre si, caso o qual o simples resultado apresentado pela TIR pode levar a uma decisão equivocada (Filho eKopittke, 2008).

#### 2.5.9. Método do *Payback*

Kassaiet *al.*, 2000, aponta o *payback* como o período de recuperação de um investimento e consiste na identificação do prazo em que o montante do dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio de fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento.

O método *payback* simples, primeira versão deste princípio econômico, se resume basicamente no tempo de retorno do investimento realizado. É um método simples e bastante ilustrativo, principalmente por considerar nula a taxa de juros do projeto. O valor retornado expõe o tempo através do qual o projeto ou investimento em questão se paga e a partir do qual começará a gerar lucro ao investidor.

Silva (2003) ressalta que o método *payback* é um ótimo indicativo de risco ao investimento, uma vez que até o período em que o mesmo retorne o valor aplicado, o capital se encontrará a disposição do risco.

Outra variante desta ferramenta vale ainda ser relevada, o *payback* descontado. Este instrumento econômico retornará os mesmos resultados do *payback* simples, o tempo o qual o investimento se pagará, contudo serão agora descontadas as taxas de mercado para o seu cálculo. Para tanto, utiliza-se o desconto da TMA em suas contas. Os valores periódicos são trazidos a valor presente deduzidos da TMA para então ser realizada a análise do período de retorno do investimento. Silva (2003) considera este um método mais real, dada as circunstâncias empíricas em que todo investimento se envolve.

#### 2.5.10. Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade trata da relação existente entre a oscilação de possíveis valores de uma determinada variável (fluxo de caixa, taxa de juros, etc) e o seu impacto na rentabilidade do projeto. Quando uma pequena mudança em uma variável reflete em grandes oscilações no resultado do

investimento, pode-se afirmar que este investimento é muito sensível àquela variável.

#### 2.5.11. Fatores de Equivalência

As ferramentas básicas para o auxílio na utilização dos critérios acima citados são os fatores de equivalência. Estes se encarregam de transportar quantias no tempo. Tais fatores são demonstrados com base na Matemática Financeira, utilizando-se do sistema de juros compostos.

Com base nesta relação, é possível transportar valores de qualquer ponto em um determinado horizonte de planejamento, permitindo assim as comparações entre alternativas de investimento. A tabela abaixo mostra os principais fatores de equivalência

Forma Mnemônica	Nome do Fator	Fator
(F/P, i, n)	Fator de Acumulação de Capital de um pagto simples	$(1 + i)^n$
(P/F, i, n)	Fator de Valor Presente de um pagto simples	$(1 + i)^{-n}$
(F/A, i, n)	Fator de Acumulação de Capital de uma série uniforme	$[(1+i)^n - 1]/i$
(A/F, i, n)	Fator de Formação de Capital de uma série uniforme	$i / [(1+i)^n - 1]$
(P/A, i, n)	Fator de Valor Presente de uma série uniforme	$[(1+i)^n - 1] / (1+i)^n \cdot i$
(A/P, i, n)	Fator de Recuperação de capital	$(1+i)^n \cdot i / [(1+i)^n - 1]$
(P/G, i, n)	Fator de Valor Presente de uma série gradiente	$\frac{[(1+i)^n - 1]/i - n}{i (1+i)^n}$

**Tabela 4:** Fatores de Equivalência.

#### 2.6. Métodos de Custeio

Vários são os métodos de custeio desenvolvidos pela contabilidade de custos, como: o tradicional método de custeio por absorção, o custeio variável, o custeio baseado em atividades (*ActivityBasedCosting- ABC*) e o RKW (*ReichskuratoriumfürWirtschaftlichkeit*) fundamentado na formação de centros de custos. A seguir serão discutidos alguns dos principais métodos de custeio.

##### 2.6.1. Método ABC

O método de custeio ABC, ou baseado por atividades, é uma metodologia aplicada exclusivamente para o rateio dos custos indiretos,

dividindo-os pelas atividades as quais cada um está relacionado. Sua sistemática busca apontar, de forma clara, a causa de cada custo. A operação é efetuada através de rastreamento, identificando o agente causador do custo e imputando-lhe o referido valor.

Segundo Martins (2003), a idéia básica é distribuir cada custo à sua devida atividade e posteriormente atribuir os custos destas atividades aos produtos. Sendo assim, efetua-se o rastreamento e o rateio dos custos num primeiro momento, e depois se apresentam como os portadores de custos finais consumiram serviços das atividades, atribuindo-lhes os custos devidos.

### 2.6.2. Método RKW

Conhecido também como o precursor do sistema *ActivityBasedCosting* (ABC), este sistema foi difundido no Brasil e aplicado conjuntamente ao sistema tradicional de custeio por absorção. Desenvolvido na Alemanha, o *ReichskuratoriumfürWirtschaftlichkeit* (RKW), consiste não só do rateio dos custos de produção, como também de todas as despesas da organização (Martins, 2003).

Este método apura custos de transformação, ou seja, é excluída de suas contas toda a despesa referente à matéria-prima e outros recursos diretos. Para tanto, a empresa é dividida em centros de custos. Os custos são alocados cada qual em seu centro por meio de bases de distribuição de acordo com os critérios de utilização destes recursos.

### 2.7. Depreciação

A conta de depreciação de um bem é um cálculo meramente contábil, isto é, na prática não há um desembolso direto relativo a este valor. Filho e Kopittke (2008), definem depreciação como o custo ou a despesa decorrentes do desgaste ou da obsolescência dos ativos imobilizados. Com o passar do tempo, a obsolescência do bem e o desgaste de seus componentes fazem com que o ativo perca seu valor. Esta conta é apropriada pela contabilidade periodicamente até que esse ativo tenha valor final reduzido a zero.

### 3. MATERIAIS E MÉTODO

#### 3.1. Metodologia Aplicada no Desenvolvimento da Pesquisa

Esta é uma pesquisa de caráter exploratório. Baseado em Gil (1991), é considerada pesquisa exploratória toda a pesquisa que “busca proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito”. A presente pesquisa busca analisar profundamente a aquisição e operação de uma máquina amarradeira de sarrafos em uma unidade de beneficiamento de madeira. Para tanto, faz-se necessária uma análise descritiva dos fenômenos envolvidos neste processo bem como os diversos fatores os cercam. Foram então utilizadas algumas ferramentas de pesquisa descritivas e explicativas.

Ao mesmo tempo, no que tange o delineamento, o presente trabalho enquadra-se em um estudo de caso. Pode ser assim classificado, pois se trata de um modelo específico de máquina, adotando um molde particular de implantação e gestão de custos, fundamentado na realidade da organização a qual o estudo foi realizado.

#### 3.2. Descrição do Caso

Este estudo foi aplicado em uma empresa situada na região de Itapeva, sudoeste do estado de São Paulo. A unidade de produção a que se aplica é o beneficiamento de madeira serrada, tendo como principais clientes desta atividade, fabricantes de móveis e construção civil.

O projeto teve início a partir do interesse da empresa no aproveitamento de seus resíduos industriais beneficiados, rejeitos de baixo valor agregado. A justificativa da escolha deste tipo de manufatura aos resíduos apresentados se dá em consequência do pequeno trabalho de transformação física, assim como o elevado valor de mercado do painel sarrafeado de madeira.

Os valores apresentados neste trabalho considerarão o fator de indexação que será a cotação do Real (moeda brasileira) em relação ao Dólar Americano na data de 31 de janeiro de 2011, data de realização do

levantamento dos dados: R\$ 1,00 = US\$ 1,67.

Serão comparados dois casos para este projeto. O primeiro (Caso 1) e base de comparação, será a situação vigente da empresa em vender o resíduo industrial beneficiado. Apesar de poder ser destinado a processos mais nobres que possibilitem agregar maior valor ao resíduo, os sarrafos gerados pela unidade de beneficiamento em estudo são picados em um picador convencional de facas, transformando-os em cavacos para biomassa, no valor comercial de R\$ 23,00/m<sup>3</sup>. O valor resultante desta venda, no entanto, será considerada livre de custo (valor líquido), uma vez que seu volume é muito pequeno se comparado à quantidade mensal que o picador convencional processa.

Além disso, as máquinas que geram o resíduo em questão estão depreciadas, o que isenta o produto de custos contábeis, no entanto será considerado o gasto de consumo energético que o picador (máquina responsável pela transformação de sarrafos em cavacos) utiliza para o processamento do volume determinado de sarrafos.

De igual modo, não são atribuídos custos de armazenagem, ou transporte deste resíduo, dado o fato que o pátio de armazenamento da empresa compradora situa-se em frente à empresa em questão. Toda a movimentação física acontece subsidiada pelo próprio comprador.

O segundo caso (Caso 2) de estudo, no entanto, refere-se à utilização deste volume de resíduos na composição do miolo do painel sarrafeado amarrado. Para tanto, será calculada a capacidade produtiva de uma máquina amarradeira de sarrafos considerada ideal para as instalações industriais da empresa em estudo. Serão comparados seus custos e receitas mensais, bem como o resultado da aplicação das ferramentas econômicas em sua implantação e operação. Por fim, será analisada a aceitação do mercado ao painel sarrafeado amarrado, para que então seja possível traçar os pareceres finais.

### 3.3. Serrarias da Região de Itapeva

O município de Itapeva (Figura 11) está inserido na região sudoeste do Estado de São Paulo e dista 270 km da capital por via rodoviária. Itapeva faz

divisa com os municípios de Paranapanema, Taquarivaí, Buri, Itaí, Capão Bonito, Guapiara, Ribeirão Branco, Nova Campina, Itararé e Itaberá.



**Figura 11.** Mapa de localização do município de Itapeva/SP

Fonte: Webcarta (2011).

A região possui grande importância para o setor madeireiro, por possuir muitas áreas de reflorestamento de *Pinus* e *Eucalyptus* para suprir as demandas das indústrias de celulose e também das serrarias.

#### 3.4. Situação de Estudo

Em concordância com os objetivos traçados, buscou-se realizar o estudo econômico da implantação e operação de uma máquina amarradeira de sarrafos em uma unidade de beneficiamento de madeira.

A empresa fabricante da máquina em questão forneceu dados referentes à sua capacidade de produção (receitas) bem como a sua manutenção, instalação e demais informações técnicas (despesas) que podem ser conferidas na tabela a seguir:

<b>Preço da máquina</b>	R\$ 150.400,00
<b>Comprimento máximo do tapete</b>	3.300 mm
<b>Largura máxima do tapete</b>	1.400 mm
<b>Largura mínima do tapete</b>	450 mm
<b>Espessura máxima do tapete</b>	400 mm
<b>Comprimento mínimo do sarrafo</b>	200 mm
<b>Capacidade de produção horária</b>	180 m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada</b>	24 kW
<b>Peso líquido aproximado</b>	5.600 kg

Tabela 5: Dados Técnicos.

O preço da máquina amarradeira de sarrafo é referente à cotação realizada em janeiro de 2011. O comprimento mínimo do sarrafo é uma informação de grande importância, principalmente pela questão de se utilizar resíduos na formação do miolo. Peças com medidas inferiores à apontada pela tabela anterior sujeitam a mesma a não receber contato do fio encolado da máquina.

Por se tratarem de dados muito específicos, o levantamento das informações comerciais da máquina amarradeira de sarrafos (MAS), sua operação e dados técnicos, foram colhidos através de um questionário encaminhado ao fabricante, a quatro empresários que possuem esta máquina em operação em suas empresas e quatro clientes que mensalmente consomem o produto deste equipamento. Os formulários estão apresentados nos anexos.

Outros dados iniciais importantes para o estudo se mostram a seguir:

<b>Cotação Sarrafeado</b>	R\$590,00
<b>Horas trabalhadas/dia</b>	8
<b>Dias trabalhados/mês</b>	20
<b>Número de funcionários</b>	8

Tabela 6: Dados iniciais.

O valor referente à cotação final do painel sarrafeado é resultado da média aritmética dos valores levantados de preço de venda dos produtores e do preço de compra dos consumidores deste produto.

Os principais procedimentos utilizados na apresentação e interpretação



dos dados foram:

- organização de todo o material coletado;
- tabulação os dados, de acordo com o instrumento de coleta utilizado.
- classificação dos materiais, separando-os em categorias mediante os objetivos e os interesses da pesquisa (classes ou grupos);
- análise crítica, observando falhas, distorções, inadequação etc.

A tabela apresentada no anexo 1 demonstra a organização e tabulação dos dados levantados de forma bastante ilustrativa. Gerou-se uma tabela interativa pela qual se fez possível a análise dos dados conforme acontecia a oscilação das variáveis principais do estudo. Os custos foram apurados e classificados conforme sua natureza (ex: mão-de-obra, matéria-prima, etc.) e posteriormente separados quanto a sua relação com a operação (ex: custo fixo de produção e custo variável de produção).

Por fim, apresentaram-se os montantes finais de ativos totais, custos totais (soma de custos fixos mensais e custos variáveis totais) e receita bruta. Estes cálculos serão detalhados no item 4 subsequente.

Em relação ao método de custeio utilizado, o anexo 1 mostra a aplicação do conceito de custeio por atividades (Método de Custeio ABC) onde a MAS foi definida como um Centro de Custo o qual , foi subdivido em custos fixos e custos variáveis, onde os custos fixos compreende, instalação, manutenção preventiva, depreciação, mão de obra indireta, FINAME que são algumas das contas do centro de custo MAS. O método RKW prevê a distribuição proporcional de custos indiretos. Este conceito foi aplicado no custo fixo indireto denominado mão de obra indireta que relata atividades de colaboradores que indiretamente participam da confecção do produto painel sarrafeado. Este rateio foi calculado com base no tempo (homem-hora) dispêndio para tal ação, e foram atribuídos 10% do seu valor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Produtividade

A produtividade da máquina amarradeira de sarrafos, chamada neste estudo de MAS, depende basicamente de duas variáveis: a capacidade produtiva horária e a espessura do painel final. A capacidade produtiva ou velocidade de produção é determinada pelo produto dos limites técnicos da máquina e do período efetivo de produção – rendimento. A espessura do painel, por sua vez, é pautada pela demanda de mercado.

A máquina amarradeira de sarrafos em estudo apresenta capacidade produtiva horária equivalente a 180 m<sup>2</sup>. Com base empírica, considerou-se 85% de rendimento produtivo. Portanto, a capacidade produtiva horária assumida para amarradeira de sarrafos será de 153 m<sup>2</sup>.

Pelos diferentes usos e finalidades, as espessuras de painel sarrafeado amarrado podem variar de 11 mm a 35 mm, fundamentado em pesquisas de mercado. A fim de verificar a situação menos favorável, adotou-se a espessura de 11 mm como a espessura padrão para a pesquisa.

Desta forma, de acordo com o regime de trabalho assumido, a produção mensal pode ser apresentada pela tabela a seguir:

Espessura do painel (mm)	11
Produtividade-m <sup>2</sup> /h	153
<b>m<sup>3</sup>/mês</b>	<b>269,3</b>

**Tabela 7:** Produção mensal

### 4.2. Detalhamento dos Custos

#### 4.2.1. Consumo Energético

Como apresentado nos dados técnicos da máquina, a potência total instalada é de 24kW. A organização atualmente não se situa nos

enquadramentos tarifários de demanda contrata. Conseqüentemente, a tarifa cobrada pelo consumo energético é demasiadamente elevada, se comparada ao ideal para a realidade industrial. A tarifa admitida será a de R\$ 0,34/kWh. O valor mensal referente ao consumo energético (Caso 2), para o regime adotado, pode ser demonstrado na tabela a seguir:

Consumo de energia máquina (kWh)	24
Tarifa - R\$/kWh	R\$ 0,34
<b>Custo mensal de energia</b>	<b>R\$1.305,60</b>

**Tabela 8:** Custo mensal de energia.

De igual modo, a despesa de consumo energético com o Caso 1 pode ser obtida a partir dos dados de potência instalada do picador, 75 kWh e pela porcentagem que os 52,5 m<sup>3</sup> de sarrafos representam no volume final mensal de resíduos processados pelo picador. Considerando que o volume de sarrafos representa aproximadamente 9% do volume final de resíduos processados pelo picador, o dispêndio com energia utilizando o picador como máquina responsável pelo processamento dos sarrafos é de R\$ 351,90 por mês.

#### 4.2.2. Matéria-Prima e Insumos

##### 4.2.2.1. Madeira

A matéria-prima utilizada na fabricação do painel sarrafeado amarrado em estudo apresenta duas origens básicas: resíduos de aplainamento de madeira e madeira serrada seca. A madeira serrada seca é o produto principal do desdobro primário da serraria, enquanto os resíduos aplainados são subprodutos do beneficiamento.

Para o custo da matéria-prima, será levado em conta o custo de oportunidade de ambos os produtos. O resíduo de beneficiamento pode ser picado e vendido como cavaco para queima de biomassa no valor médio de R\$ 23,00/m<sup>3</sup>. A madeira serrada seca é comercializada atualmente no valor aproximado de R\$ 345,00/m<sup>3</sup>. Vale ressaltar que este custo é relativo a um metro cúbico de matéria-prima posta na unidade de beneficiamento, pronta

para utilização no pátio da fábrica.

Há que se considerar ainda que o sarrafo transformado em cavaco não ocupa o mesmo volume físico que o seu estado original. Visto que o sarrafo será transformado em lascas de madeira com dimensões desiguais e que entre si haverão espaços vazios, o volume final em cavaco é considerado, empiricamente, o triplo do volume original em tábua (no caso, sarrafo). Este fator será chamado fator  $k$ .

<b>Matéria-prima</b>	<b>Valor Mercado</b>	<b>Consumo Mensal</b>	<b>Fator <math>k</math></b>	<b>Valor Total</b>
Resíduo aplainado	R\$ 23,00	52,5	3	R\$ 3.622,50
<b>Total</b>				<b>R\$ 3.622,50</b>

**Tabela 9:** Custo de oportunidade do empreendimento (Caso 1).

O custo de oportunidade da venda deste resíduo servirá para comparação final da viabilidade do negócio. Isto é, se o retorno mensal proporcionado pelo investimento for maior que o custo de oportunidade da venda destes resíduos, então por este prisma o negócio é viável.

A geração de resíduos aproveitáveis para painel sarrafeado é de aproximadamente 52,5 m<sup>3</sup> por mês (levantamento referente à média dos seis meses retroativos à pesquisa). Se comparado com a produção mensal apresentada no item 4.1, os resíduos representarão 19,5% do consumo mensal de matéria-prima (Caso 2).

<b>Matéria-prima</b>	<b>Valor Mercado</b>	<b>Consumo Mensal</b>	<b>Valor Total</b>	<b>Part.</b>
Resíduo aplainado	R\$ 23,00	52,5	R\$ 3.622,50	19%
Madeira serrada seca	R\$ 345,00	216,8	R\$ 74.796,00	81%
<b>Total</b>			<b>R\$ 78.418,50</b>	

**Tabela 10:** Custo mensal de matéria-prima (Caso 2).

O valor mensal de R\$ 78.418,50 para o custo com tábuas de madeira seca pode ser mensurado também em custo unitário, apresentando o valor final de R\$ 291,19/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.2.2. Fio de Nylon

O fio de nylon utilizado para a amarração dos sarrafos é constituído de poliéster – Poliester 1100/210 (Dados do fornecedor). O consumo de fio de nylon é apurado por m<sup>3</sup> de painel, ao passo que é comercializado por kg. Em pesquisa à empresa fabricante da máquina e a outras organizações que atualmente se utilizam desta máquina em suas operações, levantou-se o consumo médio de 0,6 kg/m<sup>3</sup> de fio de nylon. O preço comercial do carretel de fio de nylon, cotado no dia 31/01/2011, foi de R\$ 10,40/kg.

Sendo assim, os valores totais, por m<sup>3</sup>, referente ao consumo de fio de nylon podem ser observados na tabela abaixo:

Preço Fio de Nylon (kg)	R\$	10,40
Consumo Fio de Nylon (kg/m <sup>3</sup> )		0,6
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>6,24</b>

**Tabela 11:** Custo mensal de matéria-prima.

O valor total de R\$ 6,24, demonstrado na tabela acima, se refere ao consumo de fio de nylon a cada m<sup>3</sup> de painel sarrafeado. Se for levantado o gasto mensal com este insumo, o valor final é R\$ 1.680,43.

#### 4.2.2.3. Cola *Hot-Melt*

A recomendação por parte do fabricante da cola utilizada em painéis sarrafeados amarrados de pinus é a cola HM 090-m. O consumo de adesivo, por m<sup>3</sup>, levantado empiricamente pela cola *hot-melt* foi de 1,99 kg/m<sup>3</sup>. O preço comercial da cola HM 090-m é de R\$ 6,92, cotação realizada dia 31/01/2011. Sendo assim, o consumo de cola *hot-melt*, por m<sup>3</sup>, para o painel sarrafeado amarrado é R\$ 13,83, enquanto o dispêndio mensal deste insumo é da grandeza de R\$ 3.724,42.

#### 4.2.3. Mão-de-Obra

O salário dos operadores industriais madeireiros é regido por um sindicato de operários. Operadores gerais possuem remuneração tabelada em R\$620,40. O funcionário encarregado do setor, embora não tenha qualquer obrigatoriedade sindical, costuma receber remuneração no valor de R\$900,00. A estes valores serão acrescidos os cálculos alusivos aos encargos trabalhistas de INSS, FGTS, seguro desemprego, medicina do trabalho e 13º salário. Ao todo, o montante considerado por mês resultará no dobro da média aritmética das quantias apresentadas.

Para a operação plena da MAS, levantou-se a necessidade de oito operadores diretos, além de um funcionário encarregado pela produção. Desta maneira, o valor total de dispêndio mensal com mão-de-obra, com o cálculo de encargos trabalhistas, é R\$11.726,40. No ato da abertura desta atividade será considerada uma quantia adicional, correspondente ao registro destes funcionários. Assumiu-se 50% de acréscimo no primeiro mês. Sendo assim, a quantia mensal mensurada por m<sup>3</sup> de painel sarrafeado é de R\$ 43,55.

#### 4.2.4. Instalação e Manutenção

A instalação de qualquer maquinário industrial é algo complexo e de grande dificuldade de mensuração. Além dos custos de mão-de-obra de técnicos especializados, envolve toda a parte de equipamentos necessários, como, por exemplo, fiação elétrica e ajustes no local físico da instalação do maquinário. Na prática, cada fabricante e cada máquina possuem uma particularidade na sua instalação.

Por este fato, adotou-se o valor empírico de R\$5.000,00, resultante dos dados fornecidos pelo fabricante e por algumas empresas que adquiriram esta máquina. Este desembolso ocorre no ato da instalação, sendo computado como um dispêndio inicial ( $t=0$ ).

Para a quantia referente à manutenção mensal deste maquinário industrial, assume-se aproximadamente 1% do valor comercial da máquina. Para este trabalho a quantia final admitida mensal foi de R\$ 300,00, remetendo

à importância de R\$ 1,11/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.5. Depreciação

A depreciação encontrada considerou o preço inicial da MAS, o valor residual da máquina no seu período de depreciação, o custo da aquisição de um transformador elétrico trifásico e a construção de um barracão para operação produtiva. O valor total dos ativos da empresa foi de aproximadamente R\$ 200.000,00. O seu custo mensal será de R\$ 1.666,70; e o custo unitário será de R\$ 6,19. A equação que demonstra este resultado está exposta a seguir.

$$\text{Depreciação Mensal} = \frac{\text{Valor de aquisição dos ativos} - \text{valor residual dos ativos}}{120 \text{ meses}}$$

#### 4.2.6. Nota Fiscal de Venda

Considerou-se 10% do preço de venda do produto final como custo da nota fiscal. Sendo assim, despende-se R\$ 59,00/m<sup>3</sup> de painel sarrafeado vendido.

#### 4.3. Custos Fixos

Os custos fixos podem ser apresentados de duas maneiras distintas: custos fixos totais ao mês e custos fixos unitário ao mês. A seguir serão expostas as tabelas com os custos referidos.

<b>CUSTOS FIXOS TOTAIS</b>		
Atividade		Valor
PMT Gasto Inicial	R\$	4.715,49
Manutenção	R\$	300,00
Depreciação	R\$	1.666,67
Mão-de-obra	R\$	11.726,40
Financiamento FINAME	R\$	3.187,39
<b>TOTAL</b>		<b>R\$22.595,95</b>

**Tabela 12:** Custo fixo total ao mês.

É possível notar a importância de R\$ 3.187,39, relativa à parcela

do financiamento dos ativos pela linha de crédito do FINAME. O FINAME é uma linha de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, que é uma empresa pública brasileira. Tem por objetivo o financiamento da produção e comercialização de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional. No entanto, este incentivo não contempla o valor total do investimento. Na prática, o FINAME financia somente 80% do valor do investimento em 60 meses, tendo os 20% restantes como quantia de entrada na garantia da operação financeira. A taxa de juros que incide sobre esta linha de crédito é de 7,5% a.a.

O dispêndio nomeado PMT Gasto Inicial corresponde à conversão do investimento inicial de R\$ 47.000,00 durante os meses de comparação da tabela (60 meses). Este cálculo permite diluir o desembolso no ato da compra durante os meses de depreciação do equipamento.

Há ainda um computo não inserido no montante fixo mensal devido à sua realização: custo de instalação. O custo de instalação da MAS considera o frete, a diária do técnico instalador e o cabeamento elétrico do equipamento. O valor levantado com o fabricante da máquina relativo à sua instalação é de R\$ 7.000,00. Este custo, no entanto não é considerado mensal, pois será realizado no momento  $t=0$  (tempo inicial).

<b>CUSTO FIXO UNITÁRIO</b>		
Atividade	Valor	Unidade
PMT Gasto Inicial	R\$ 17,51	R\$/m <sup>3</sup>
Manutenção	R\$ 1,11	R\$/m <sup>3</sup>
Depreciação	R\$ 6,19	R\$/m <sup>3</sup>
Mão-de-Obra	R\$ 43,55	R\$/m <sup>3</sup>
FINAME	R\$ 14,80	R\$/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$80,20</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>

**Tabela 13:** Custo fixo unitário.

O custo fixo unitário total representa a parcela de custo fixo em cada unidade de comercialização do produto final, no caso 1 m<sup>3</sup>.

#### 4.4. Custos Variáveis

Assim como os custos fixos, os custos variáveis que envolvem a



operação da MAS são divididos de 2 maneiras: custos variáveis totais ao mês e custos variáveis unitários, ilustradas nas tabelas a seguir.

<b>CUSTO VARIÁVEL TOTAL</b>		
Atividade	Valor	
Energia	R\$	1.305,60
Matéria-Prima	R\$	84.278,45
Nota Fiscal	R\$	15.887,52
<b>TOTAL</b>		<b>R\$101.471,57</b>

**Tabela 14:** Custos Variáveis Totais.

Vale ressaltar que o valor concernente a matéria-prima na tabela anterior responde pela soma aritmética dos subitens de matéria-prima, tendo seus valores expostos no item 4.3.

<b>CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO</b>			
Atividade	Valor		Unidade
Energia	R\$	4,85	R\$/m <sup>3</sup>
Matéria-Prima	R\$	312,98	R\$/m <sup>3</sup>
Nota Fiscal	R\$	59,00	R\$/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>376,83</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>

**Tabela 15:** Custos Variáveis Unitários.

O custo variável unitário total representa a parcela de custo variável em cada unidade de comercialização do produto final, no caso 1 m<sup>3</sup>.

#### 4.5. Custos Totais

Com isso, podemos compor a matriz de custos totais do Caso 2, como mostram as tabelas a seguir.

CUSTO TOTAL MENSAL			CUSTO TOTAL UNITÁRIO		
Custos Fixos	R\$	16.880,46	Custos Fixos	R\$	65,65
Custos Variáveis	R\$	101.471,57	Custos Variáveis	R\$	376,83
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>118.352,03</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>442,48</b>

**Tabela 16:** Custos Totais (Caso 2)

#### 4.6. Receitas

Para o primeiro caso, o custo de oportunidade da venda do cavaco será considerado a única entrada de capital da atividade, uma vez que a mesma não possui custos operacionais relevantes. Portanto a receita obtida mensalmente com a comercialização do resíduo processado é de R\$ 3.622,50.

A receita obtida no empreendimento (Caso 2) será resultante exclusivamente da venda do produto final. O painel sarrafeado amarrado é comercializado por unidade de volume, m<sup>3</sup>, e atinge o valor de mercado de R\$ 590,00/m<sup>3</sup>. No item 4.1., apresentou-se a capacidade produtiva nominal da MAS. A receita total mensal bruta é obtida através do produto destes dois fatores. Sendo assim, o valor remissivo à receita bruta mensal na venda de painel sarrafeado amarrado é de R\$ 158.875,20.

No entanto, o prazo de pagamento praticado no mercado madeireiro é de 30 dias. Ou seja, a produção de um lote de painel sarrafeado amarrado no mês 1, terá sua liquidez financeira somente no mês 2, e assim por diante. Este período de 30 dias será financiado por um capital de giro e representará um espaço livre de entradas no fluxo de caixa.

#### 4.7. Aplicação de Ferramentas Econômicas

##### 4.7.1. TMA

A escolha da TMA adotada pela empresa para este investimento considerou principalmente a expectativa de retorno do investimento com base

no risco que o mesmo apresenta. Em suas atividades operacionais, estabelece-se uma margem considerada mínima para cada operação interna na grandeza de 10%. Desta maneira, a TMA aceita como o índice mínimo de retorno para este empreendimento é de 10% a.m.

#### 4.7.2. Fluxo de Caixa

Os fluxos de caixa do Caso 1 e Caso 2 estão representados nas tabelas que seguem.

Período (Mês)	Fluxo de Caixa		Período (Mês)	Fluxo de Caixa	
0	R\$	3.270,60	0	R\$	(47.000,00)
1	R\$	3.270,60	1	R\$	(124.215,23)
2	R\$	3.270,60	2	R\$	34.659,97
3	R\$	3.270,60	3	R\$	34.659,97
4	R\$	3.270,60	4	R\$	34.659,97
5	R\$	3.270,60	5	R\$	34.659,97
6	R\$	3.270,60	6	R\$	34.659,97
7	R\$	3.270,60	7	R\$	34.659,97
8	R\$	3.270,60	8	R\$	34.659,97
9	R\$	3.270,60	9	R\$	34.659,97
10	R\$	3.270,60	10	R\$	34.659,97
11	R\$	3.270,60	11	R\$	34.659,97
12	R\$	3.270,60	12	R\$	34.659,97

**Tabela 17:** Fluxo de caixa, Caso 1 e Caso 2, respectivamente.

Os valores demonstrados entre parênteses simbolizam quantias negativas.

A sequência de valores negativos no início do investimento (Caso 2) se justifica da diferença entre o período de pagamento de fornecedores e recebimento dos clientes (30 dias).

#### 4.7.3. Payback Simples

O cálculo do *payback* simples pode ser facilmente obtido com base no

fluxo de caixa do empreendimento. É importante ressaltar que o cálculo de *payback* não se aplica ao Caso 1, pois não há investimento realizado, ou seja, não há “desembolso” de capital para ser passivo de financiamento.

Para o Caso 2, é possível montar uma tabela semelhante ao fluxo de caixa, computando os abatimentos para poder prever o momento de pagamento do investimento sob o prisma do *payback* simples, como mostra a tabela a seguir.

Período (Mês)	Fluxo de Caixa		Acumulado	
0	R\$	(47.000,00)	R\$	(47.000,00)
1	R\$	(124.215,23)	R\$	(171.215,23)
2	R\$	34.659,97	R\$	(136.555,26)
3	R\$	34.659,97	R\$	(101.895,28)
4	R\$	34.659,97	R\$	(67.235,31)
5	R\$	34.659,97	R\$	(32.575,34)
6	R\$	34.659,97	R\$	2.084,63
7	R\$	34.659,97	R\$	36.744,61
8	R\$	34.659,97	R\$	71.404,58
9	R\$	34.659,97	R\$	106.064,55
10	R\$	34.659,97	R\$	140.724,52
11	R\$	34.659,97	R\$	175.384,50
12	R\$	34.659,97	R\$	210.044,47

**Tabela 18:** Fluxo de caixa do investimento (Caso 2).

Os valores demonstrados entre parênteses simbolizam quantias negativas.

Pelo cálculo, em que se divide todo o investimento pelo valor das parcelas iguais de saldo no fluxo de caixa, temos o seguinte resultado:

$$\text{TOTAL DE INVESTIMENTO} = (\text{R\$}47.000,00) - (\text{R\$} 124.215,23) = (\text{R\$} 171.215,23)$$

$$\text{PARCELAS IGUAIS} = \text{R\$}34.659,97$$

$$\text{PAYBACK SIMPLES (mês)} = [(\text{R\$} 171.215,23) / \text{R\$}34.659,97] + 1 = 5,94 \text{ meses}$$

$$\text{PAYBACK SIMPLES (mês)} = 5,94 \text{ meses} = 5 \text{ meses e } 28 \text{ dias}$$

Vale a ressalva de que foi adicionado um mês ao resultado do cálculo

pelo fato de o mês 1 apresentar valor negativo, assim como o mês 0; fazendo com que a soma de seus montantes componham o valor total do investimento inicial.

#### 4.7.4. *Payback* Descontado

O cálculo do *payback* descontado, por sua vez, considerará a taxa de desconto da TMA em suas contas. Sendo assim, a tabela que representa estes descontos para o Caso 2 pode ser apresentada a seguir.

Período (Mês)	Fluxo de Caixa		Fluxo descontado		Acumulado
0	R\$	(47.000,00)	R\$	(47.000,00)	R\$ (47.000,00)
1	R\$	(124.215,23)	R\$	(114.234,74)	R\$ (161.234,74)
2	R\$	34.659,97	R\$	28.644,61	R\$ (132.590,13)
3	R\$	34.659,97	R\$	26.040,55	R\$ (106.549,58)
4	R\$	34.659,97	R\$	23.673,23	R\$ (82.876,36)
5	R\$	34.659,97	R\$	21.521,12	R\$ (61.355,24)
6	R\$	34.659,97	R\$	19.564,65	R\$ (41.790,59)
7	R\$	34.659,97	R\$	17.786,05	R\$ (24.004,54)
8	R\$	34.659,97	R\$	16.169,13	R\$ (7.835,41)
9	R\$	34.659,97	R\$	14.699,21	R\$ 6.863,80
10	R\$	34.659,97	R\$	13.362,92	R\$ 20.226,72
11	R\$	34.659,97	R\$	12.148,11	R\$ 32.374,83
12	R\$	34.659,97	R\$	11.043,74	R\$ 43.418,56

**Tabela 19:** Fluxo de caixa do investimento (Caso 2).

Sob o prisma do *payback* descontado, o pagamento total do investimento será concretizado somente no nono mês (mês 9). Este será o cômputo assumido como *payback* final do investimento. Será adotada a grandeza em meses inteiros, dada a forma mais simples de operar taxas em meses e não em dias.

#### 4.7.5. Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido trata de trazer todos os valores de entrada e saída no instante zero, ou seja, antecipam-se os resultados no ato do início do

investimento, descontados da TMA, e analisa-se a viabilidade do investimento de acordo com a grandeza do valor final.

Esta operação considerará o horizonte de cinco anos, tempo limite adotado pela empresa de operação da máquina antes de um novo investimento (troca da máquina). Sendo assim, a apuração do valor presente líquido para ambos os investimentos podem ser visualizada nos cálculos a seguir.

$$VPL^1 = 3.270,60 [P/A; 10; 60]$$

$$\mathbf{VPL^1 = 31.409,99}$$

Montante correspondente ao valor presente líquido de sessenta entradas equivalentes de caixa.

$$VPL^2 = -47.000 - 124.215,23 [P/F; 10; 1] + (34.659,97 [P/A; 10; 58])[P/F; 10; 2]$$

$$VPL^2 = -47.000 - 125.676,39 + 285.307,70$$

$$\mathbf{VPL^2 = 112.631,32}$$

O VPL é uma das ferramentas mais ilustrativas da Engenharia Econômica, pois trata, na realidade do valor o qual teríamos em mãos se pudessemos realizar todos os resultados financeiros de cinco anos em um só momento (momento inicial, t=0) deduzindo-se a TMA.

#### 4.7.6. VAUE

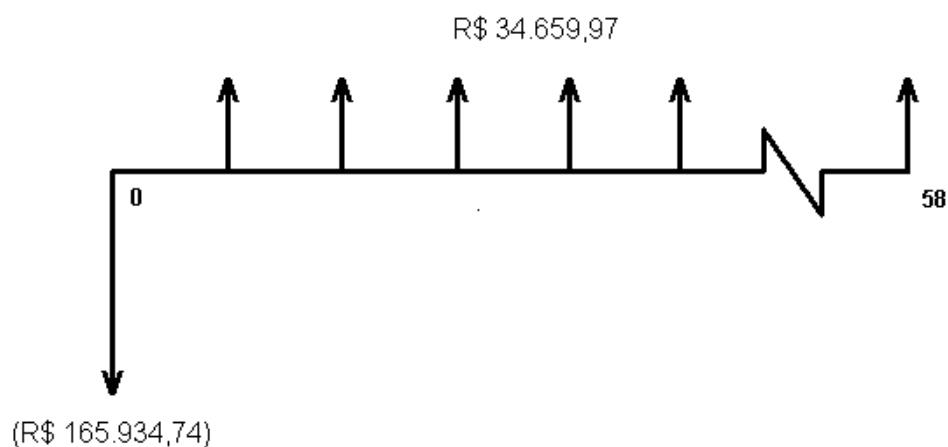
O VAUE pode ser encontrado a partir do período de depreciação do bem. Como o tempo de desvalorização adotado para o investimento foi de cinco anos, o VAUE será gerado para este período. O valor retornado determina quanto este investimento lucraria, mensalmente, a mais que a respectiva aplicação financeira (TMA). Para o Caso 1, será considerado o VAUE<sup>1</sup> de R\$ 3.270,60, alusivo ao retorno mensal equivalente proporcionado pela venda de cavaco.

No segundo caso, antes dos cálculos, deve-se projetar o valor inicial do

investimento a um só momento de desembolso, ou seja, levar o dispêndio inicial (mês 0) até o mês 1. Desta forma, a saída de caixa inicial se concentrará toda em um só momento e as entradas periódicas durarão 58 meses. Esta operação inicial será nomeada  $w$ .

$$w = -47.000 [F/P; 10; 1] = -47.000 [1,1] = -51.700$$

$$INVESTIMENTO\ TOTAL [t = 0] = (R\$ 51.700) + (R\$ 114.234,74) = (R\$ 165.934,74)$$



**Figura 12.** Ilustração do fluxo de caixa do investimento.

Partindo disto, o cálculo do VAUE pode ser efetuado de acordo com a seguinte equação:

$$VAUE^2 = -165.934,74 [A/P; 10; 58] + 34.659,97$$

$$VAUE^2 = -16.659,68 + 34.659,97$$

$$VAUE^2 = 18.000,29$$

Onde  $[A/P; 10; 58]$  é o fator a ser multiplicado o investimento inicial a fim de transformá-lo em saídas equivalentes mensais até o termo final do VAUE.

#### 4.7.7. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno toma os cálculos periódicos equivalentes do fluxo de caixa como parcela de retorno financeira mensal do investimento. Para

a atividade praticada atualmente na empresa (Caso 1), não é possível aferir a TIR, pois para isso seria necessário desembolso inicial do investimento. Por não haver dispêndio inicial, o cômputo mensal de qualquer valor resultaria em uma TIR igual a 100%, valor irreal. Desta maneira, estipulou-se a TIR para este caso como sendo a TMA ( $TIR^1=10\%$ ).

Contudo, tomado o investimento inicial, pode-se estimar o índice resultante para o Caso 2:

$$TIR^2 = -165.934,74 [ 34.659,34; i; 58]$$

$$TIR^2 = 20,887\%$$

A TIR obtida de 20,887% será adotada como taxa interna de retorno efetiva do investimento (Caso 2).

#### 4.7.8. Taxa de Retorno Incremental (TRI)

A TRI retorna o índice incremental de rendimento do investimento descontando-se a TMA (no caso, Caso 2 em comparação ao Caso 1). Na prática, é a diferença entre a TIR e a TMA.

$$TRI^2 = (TRI^2 - TRI^1)/TRI^1$$

$$TRI^2 = \frac{(20,887 - 10)}{10} \%$$

$$i^2 = 108,87 \%$$

O índice  $i$  obtido como resultado é referente à taxa de acréscimo mensal deste investimento frente ao retorno proporcionado pela TMA.

#### 4.8. Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade aplicada ao Caso 2 cuidou de oscilar duas variáveis a fim de que, variando-as, se fosse mantido sempre a TMA na operação. Para tanto se gerou uma matriz simplificada a fim de se registrar a sensibilidade de ambas as variáveis.

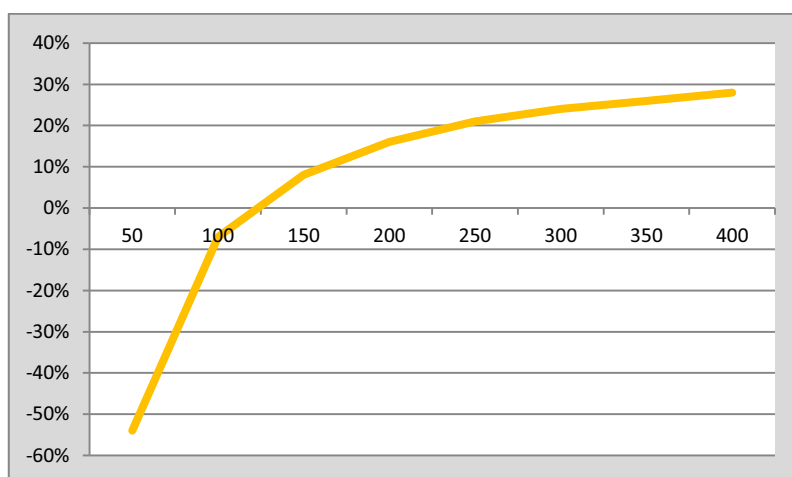


A análise de sensibilidade 1 cuidou de manter fixo o preço de venda do produto e variar a quantidade produzida e vendida por mês (variável x). O resultado obtido (variável y) representa o resultado financeiro no término do mês. Estes valores geraram um índice de retorno proporcionado pelo investimento segundo cada parâmetro. Estes resultados podem ser observados na tabela 20.

Análise de Sensibilidade (1)		
x	y	Taxa Retorno
0	-R\$ 27.524,05	-
50	-R\$ 15.950,27	-54%
100	-R\$ 4.376,49	-7%
150	R\$ 7.197,28	8%
200	R\$ 18.771,06	16%
250	R\$ 30.344,84	21%
300	R\$ 41.918,61	24%
350	R\$ 53.492,39	26%
400	R\$ 65.066,17	28%

**Tabela 20:** Análise de Sensibilidade 1

A ilustração da tabela anterior está apresentada no gráfico 1, onde curva em amarelo representa a variação de taxa de retorno ao longo da quantidade vendida.



**Gráfico 1:** Gráfico de evolução da taxa de retorno pela variação de volume de venda

Nota-se que mantendo fixo o preço de venda do painel sarrafeado amarrado em R\$ 590,00, o ponto de equilíbrio se apresenta na quantidade de 119 m<sup>3</sup> de painel mês. Ou seja, são necessários no mínimo 119 m<sup>3</sup> de painel

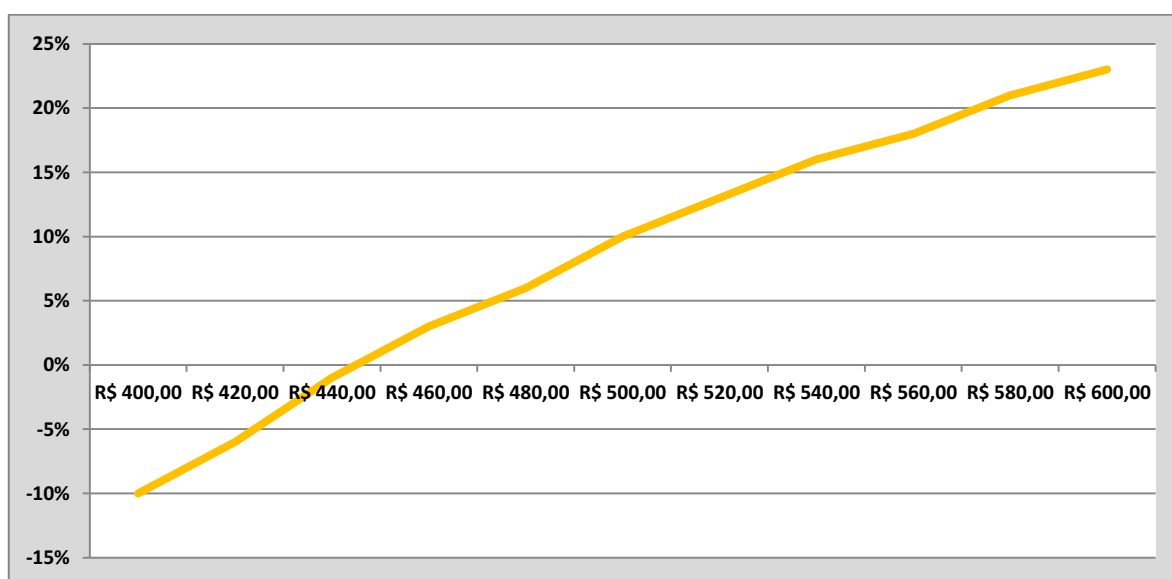
vendidos mensalmente para cobrir os seus custos.

A análise de sensibilidade 2, por sua vez, tratou de fixar a quantidade mensal de produção do painel sarrafeado amarrado e variar o preço de venda unitário do produto (variável x). O resultado obtido (variável y) representa o resultado financeiro no término do mês. De igual modo, estes valores foram geraram um índice de retorno proporcionado pelo investimento segundo cada parâmetro. Os resultados podem ser observados na tabela 21 e no gráfico 2.

Análise de Sensibilidade (2)		
x	y	Mg. Lucro
R\$ 400,00	-R\$ 11.239,19	-10%
R\$ 420,00	-R\$ 6.392,15	-6%
R\$ 440,00	-R\$ 1.545,11	-1%
R\$ 460,00	R\$ 3.301,93	3%
R\$ 480,00	R\$ 8.148,97	6%
R\$ 500,00	R\$ 12.996,01	10%
R\$ 520,00	R\$ 17.843,05	13%
R\$ 540,00	R\$ 22.609,09	16%
R\$ 560,00	R\$ 27.537,13	18%
R\$ 580,00	R\$ 32.465,17	21%
R\$ 600,00	R\$ 37.393,21	23%

**Tabela 21:** Análise de Sensibilidade 2

A ilustração da tabela anterior está apresentada no gráfico 2, onde curva em amarelo representa a variação de taxa de retorno em relação à oscilação de preço.



**Gráfico 2:** Gráfico de evolução da taxa de retorno pela variação de preço de venda

Nota-se que mantendo fixa a quantidade do painel sarrafeado amarrado em 269,28 m<sup>3</sup>/mês, o ponto de equilíbrio se apresenta no valor de R\$ 446,38/m<sup>3</sup> de painel. Ou seja, o valor mínimo de negociação deste painel para esta produção mensal é de R\$ 446,38/m<sup>3</sup>.

#### 4.9. Comparações Finais

Com base nos cálculos realizados, podemos gerar uma matriz comparativa das ferramentas aplicada e o respectivo resultado para cada caso em questão, de modo a facilitar a análise final.

<b><i>Ferramenta</i></b>	<b><i>Caso 1</i></b>	<b><i>Caso 2</i></b>
<b>TIR</b>	10%	20,887%
<b>TRI</b>	-	108,9%
<b>VPL</b>	R\$ 31.409,99	R\$ 112.631,32
<b><i>Payback</i></b>	-	9 meses
<b>VAUE</b>	R\$ 3.270,60	R\$ 18.000,29

**Tabela 22:** Comparação de ferramentas econômicas.

Apesar de o Caso 1 não apresentar valores para TRI e *Payback*, a comparação da situação vigente da empresa e do possível investimento tem base suficiente para decisões seguras a respeito do empreendimento.

## 5. CONCLUSÃO

É importante, antes de iniciar a discussão a respeito de uma ou outra operação, relevar a sensibilidade de variáveis neste processo. Cabe lembrar que este estudo é válido para esta situação específica. Ou seja, variando-se qualquer fator do processo (ex: espessura final do painel a ser comercializado), o presente estudo não tem o mesmo crédito.

Analisando economicamente a situação vigente da empresa, Caso 1, em comparação com o objeto de estudo, Caso 2, pôde-se inferir que:

- A situação atual da empresa (Caso 1) não é considerada ideal, no entanto não é uma situação economicamente inviável. Ao adotar a isenção de custos, o resultado financeiro obtido com a venda do material em cavaco é economicamente lucrativa, embora seu fim seja pouco nobre.

- A TIR do segundo caso é duas vezes maior que as taxas incidentes sobre as operações praticadas pela empresa em suas linhas de produção até o momento. Esta grandeza é explicada fundamentalmente pela finalidade mais nobre que se busca dar ao resíduo gerado.

- Ao analisar a TRI, considera-se um investimento em relação ao outro. Sendo assim, podemos visualizar a TRI com base na TMA, pois só existem dois casos no estudo, conseqüentemente, uma só TRI. Por este prisma, a taxa de retorno incremental é, aproximadamente, 110% maior que a taxa de comparação inicial.

- Sob a ótica do VPL, não sobra dúvida em relação a qual investimento é mais viável, sabendo-se que o maior valor positivo resulta no melhor investimento. O Caso 2 é o triplo do Caso 1 para o mesmo horizonte de comparação.

- Para o *payback*, tratar de um investimento que retorne o capital investido em curto prazo (9 meses – tempo menor que o término do exercício [12 meses]) permite reafirmar a viabilidade econômica da aplicação.

- O VAUE retornado pelo Caso 2 é praticamente 5 vezes superior ao valor apresentado pelo Caso 1. Isto quer dizer que mensalmente o retorno do

segundo caso será 5 vezes superior que manter a prática da atividade vigorante.

Economicamente, o Caso 2 supera o Caso 1 em todas as ferramentas comparadas. No entanto, apesar dos cálculos econômicos apresentarem valores positivos superiores do Caso 2 em relação ao Caso 1, deve-se ponderar a situação vigente da relação produto-mercado.

Mediante a aplicação do formulário, pôde-se notar sensível desaquecimento do mercado para este produto em específico. Pela questão de o painel sarrafeado amarrado ser um produto alternativo ao MDF em usos internos decorativos, um dos fatores que regulam a sua demanda é a oferta de MDF no mercado.

Contudo, é necessário, além do estudo econômico do investimento em questão, um mapeamento completo do mercado do produto e de outros fatores imponderáveis, bem como suas perspectivas, a fim de não transformar um produto altamente rentável em um grande erro financeiro.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE ECONOMIA FLORESTAL. **Aproveitamento dos resíduos de serraria**. Vol9. 1957. p 97-98

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7203 Condições Gerais – Nomenclatura de peças de madeira serrada**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982. 272p

C.T.DONOVAN ASSOCIATES INC. **Opportunities and Constraints associated with using wood waste for fuel in Connecticut**. Connecticut: Office of Policy and Management, Energy Division, 1990.

CAMPOS, J.; TAVARES, M. **Sawing optimisation for block panel's production of portuguese west littoral maritime pine radial boards**. *Silva Lusitana* 9(2): 191 – 198. (2001). Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/slu/v9n2/9n2a06.pdf> Acessado em 18/01/2011.

DIAS, N. A. B. **Aproveitamento de resíduos de *Pinus sp* para produção de chapas de partículas de três camadas com utilização de adesivo poliuretano à base de mamona**. Monografia (Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Estadual Paulista – 2008.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira**. Curitiba: FUPEF, 1998. 128p. (FUPEF. Série Didática, 1/98).

KEINERT JR., S. **Empenamento em painéis de madeiras sólidas**. Curitiba: FUPEF/UFPR, 1989. 6p. (FUPEF/UFPR. Boletim Técnico, 1).

LEEUWSTEIN, Jörgen Michel. **Gerenciamento Ambiental**. São Paulo: v. 3, n. 13, p. 52-53, jan./fev.2001.

LOGSDON, N. B.; PENNA, J. E. **Análise comparativa entre os coeficientes de anisotropia dimensional da madeira, no inchamento e na retração**. *Agricultura Tropical*, Cuiabá, v.8, n. 1, 2004.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MARTINS, E. 2003. **Contabilidade de custos**. 9ª ed. São Paulo, Atlas, 370 p.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. 112 pp. BNDES. BNDES Setorial 27: 121 - 156. 2008. Acessado em 18/01/2011. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2706.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2706.pdf).

MENDES, L.M.; ALBUQUERQUE, C. E. C; IWAKIRI, S. **Compensados sarrafeados: qualidade da madeira, aspectos de produção e aproveitamento de resíduos**. Curitiba: Editora UFLA, 2000. p. 47. Disponível em: [http://www.editora.ufla.br/site/adm/upload/boletim/bol\\_39.pdf](http://www.editora.ufla.br/site/adm/upload/boletim/bol_39.pdf)

MENDES, L.M.; ALBUQUERQUE, C. E. C; IWAKIRI, S. **Qualidade dos sarrafos para produção de compensados sarrafeados**. In. CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS - FOREST 99, 5., 1999. Curitiba: BIOSFERA, 1999. p.199-200.

OLANDOSKI, D. P., BRAND, M. A. & GORNIAC, E. **Avaliação do rendimento, quantidade e aproveitamento de resíduos no desdobro de *Pinus spp.*** 5º EVINCI - Evento de Iniciação Científica da UFPR. Curitiba, 1997. p. 379.

PRADA, O. J. **Pré-fabricação e comportamento de vigas "i" em madeira**. Dissertação de Mestrado. UFSC. 114 p. 2003. Acessado em 18/01/2011, disponível em: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=630&subject=Valor%20Agregado&title=Mercado%20estimula%20produtos%20de%20madeira%20com%20valor%20agregado](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=630&subject=Valor%20Agregado&title=Mercado%20estimula%20produtos%20de%20madeira%20com%20valor%20agregado)

SECTAM. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Relatório de Gestão**. Belém, Governo do Estado do Pará, 2002.

SEMENSI, R. A. F. **Acidentes de trabalho no setor madeireiro: a realidade da subnotificação**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Itapeva, 71 f., Itapeva, 2010.

## ANEXO 1

TABELA DE ESTUDO ECONÔMICO

CUSTOS FIXOS TOTAIS			CUSTO VARIÁVEL TOTAL		
Atividade	Valor	An. Vertical	Atividade	Valor	An. Vertical
PMT Gasto Inicial	R\$ 4.715,49	20,87%	Energia	R\$ 1.305,60	0,82%
Manutenção	R\$ 300,00	1,33%	Matéria-Prima	R\$ 84.278,45	53,05%
Depreciação	R\$ 1.666,67	7,38%	Nota Fiscal	R\$ 15.887,52	10,00%
Mão-de-Obra Direta	R\$ 11.726,40	51,90%		<b>R\$ 101.471,57</b>	
Mão-de-Obra Indireta	R\$ 1.000,00	4,43%			
FINAME	R\$ 3.187,39	14,11%			
	<b>R\$ 22.595,95</b>				

CUSTO FIXO UNITÁRIO			CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO		
Atividade	Valor	Unidade	Atividade	Valor	Unidade
PMT Gasto Inicial	R\$ 17,51	RS/m²	Energia	R\$ 4,85	RS/m²
Manutenção	R\$ 1,11	RS/m²	Matéria-Prima	R\$ 365,07	RS/m²
Depreciação	R\$ 6,19	RS/m²	Nota Fiscal	R\$ 59,00	RS/m²
Mão-de-Obra	R\$ 43,55	RS/m²		<b>R\$ 428,92</b>	
FINAME	R\$ 11,84	RS/m²			
	<b>R\$ 80,20</b>				

ATIVO TOTAL	
Atividade	Valor
Ativo	R\$ 200.000,00

CUSTO TOTAL	
Custos Totais	R\$
	<b>124.067,51</b>

RECEITA BRUTA	
Faturamento	R\$
	<b>158.875,20</b>

DADOS	
Dados	Cotação Serrafeado R\$ 590,00 Horas trabalhadas/dia 8 Dias trabalhados/mês 20 Número de funcionários 8 Espessura do painel (mm) 11 Produtividade - m²/h 153 <b>m²/mês 269,28</b>
Prod.	Consumo de energia máquina (KWh) 24 Tarifa - RS/KWh R\$ 0,34 <b>Custo mensal de energia R\$ 1.305,60</b>
Energia	Conversão madeira/m³ produto 1 Preço Madeira (m³) R\$ 345,00 <b>MP - Custo Madeira (m³) R\$ 345,00</b> Preço Fio Nylon (kg) R\$ 10,40 Consumo kg Fio/m³ 0,6 <b>MP - Custo Fio Nylon (m³) R\$ 6,24</b> Preço Cola HM 090-m (kg) R\$ 6,92 Consumo Cola (kg/m²) 1,9992 <b>MP - Custo Cola HM (m²) R\$ 13,83</b>
Matéria-Prima	Salário base operário R\$ 620,40 Salário base responsável R\$ 900,00 <b>M/O - Custo Mensal R\$ 11.726,40</b> Custo Nota Fiscal 10% Mão-de-obra Gerencial R\$ 1.000,00 FINAME R\$ 3.984,24
MO	



## ANEXO 2

### FORMULÁRIO 1 – LEVANTAMENTO DE DADOS

*(Aplicado a indústrias que operam com a máquina e produto objeto de estudo)*

1. Qual a cotação do m<sup>3</sup> do painel sarrafeado no mercado até a presente data?
2. Quantas pessoas são necessárias para a operação plena desta máquina?
3. Qual o rendimento real do equipamento, em termos de capacidade produtiva?
4. Qual o principal cliente (área de atuação) que absorve este produto?
5. Quais são os produtos equivalentes e/ou concorrentes deste produto no mercado?
6. Qual a perspectiva deste produto no mercado a partir da presente data?

*Questionário aplicado no dia 31/01/2011.*

## ANEXO 3

### FORMULÁRIO 2 – LEVANTAMENTO DE DADOS

*(Aplicado a indústrias que consomem este produto)*

1. Qual o preço pago por m<sup>3</sup> de painel sarrafeado amarrado até a presente data?
2. Há algum produto alternativo em potencial no mercado que possa substituir o painel sarrafeado amarrado?
3. Como são as vantagens no uso deste material?
4. Quais são as desvantagens no uso deste material?
5. Qual a perspectiva de uso deste material a partir desta data?

*Questionário aplicado no dia 31/01/2011.*