

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JACSON LUIZ PERES**

**CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO LOCAL DE MADEIRA  
SERRADA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL EM SÃO LOURENÇO  
DO OESTE, SC**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2013**

**JACSON LUIZ PERES**

**CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO LOCAL DE MADEIRA  
SERRADA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL EM SÃO LOURENÇO  
DO OESTE, SC**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Lacerda Dias.

**PATO BRANCO**

**2013**

**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

POR

**JACSON LUIZ PERES**

Aos 13 dias do mês de Março do ano de 2013, às 17h15min, na sala de treinamentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadores abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 005-TCC/2013.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Lacerda Dias (COECI/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Dr. Ney Lyzandro Tabalipa (COECI/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. Normelio Vitor Fracaro (COECI/UTFPR-PB)

## DEDICATÓRIA

À minha família e amigos, que me dão  
confiança para prosseguir.

## EPÍGRAFE

“Uma profissão afasta os pensamentos; nisso reside sua grande bênção. De fato, ela é um baluarte, atrás do qual a gente pode legitimamente se retirar quando as preocupações e os cuidados de toda espécie vêm nos assaltar.”

(Friedrich Nietzsche)

## RESUMO

PERES, Jacson Luiz. **Caracterização do mercado local de madeira serrada para a construção civil em São Lourenço do Oeste, SC.** 2013. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

Este trabalho teve como objetivo fornecer uma caracterização do mercado local de madeira serrada em São Lourenço do Oeste – SC baseando-se nos seguintes aspectos: espécies, bitolas comercializadas, teor de umidade e preço em que a madeira é vendida. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os aspectos que poderiam influenciar no mercado local de madeira serrada, se identificou os pontos chaves e formulou-se um questionário semiaberto. Este questionário serviu de base para as entrevistas realizadas pelo pesquisador, as quais forneceram as informações necessárias para o trabalho. Os resultados obtidos demonstram um mercado local que utiliza madeira de 3 espécies: Pinheiro, Eucalipto e Pinus; normalmente seca ao ar livre mas sem controle de umidade; com preços que variam entre 330 e 1000 reais por metro cúbico, dependendo principalmente da espécie; e sem padronização de bitolas comerciais. Além disso, na maioria das serrarias não é feito tratamento da madeira e a otimização do desdobro é dependente da experiência do operador.

**Palavras chave:** madeira, construção civil, espécie.

## ABSTRACT

PERES, Jacson Luiz. **Characterization of the local market of sawn lumber for civil construction on *São Lourenço do Oeste, SC***. 2013. 66 p. Conclusion course paperwork. (Baccalaureate on Civil Engineer) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

This study aimed to provide a characterization of the local market for sawn lumber in *São Lourenço Do Oeste - SC* based on the following aspects: species and marketed gauges, moisture content and the price at which the wood is sold. To this end, we conducted a bibliographic review on aspects that could influence the local market of sawn lumber, we identified the key points and made it a semi-open questionnaire. This questionnaire was the basis for the interviews conducted by the researcher, which provided the information required for the work. The results show a local market that uses 3 species of wood: Pine, Eucalyptus and Pinus; usually dry outdoors but without humidity control, with prices ranging between 330 and 1,000 *reais* per cubic meter, mainly depending on the species, and without standardization commercial gauges. Besides, most of the sawmills is not done treatment of the wood and sawing optimization is dependent on the operator's experience.

**Keywords:** wood, civil construction, species.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição geográfica das florestas plantadas de Pinus e Eucalyptus.....	16
Figura 2 – Área e distribuição do total de Pinus e Eucalyptus plantados nos estados do Brasil.....	17
Figura 3 - Estampa de classificação.....	19
Figura 4 - Estampa de classificação.....	20
Figura 5 - Estampa de classificação na madeira.....	20
Figura 6 - Fluxograma básico e esquemático de obtenção de madeira serrada de Pinus.....	22
Figura 7 - Planos de Corte.....	25
Figura 8 - Empilhamento padrão.....	28
Figura 9 - Empilhamento "tipo tesoura".....	29
Figura 10 - Esquema de uma estufa convencional.....	31
Figura 11 - Madeira infestada com cupins.....	33
Figura 12 - Processo industrial de preservação da madeira.....	35
Figura 13 - Esquema do banho quente-frio.....	36
Figura 14 - Esquema do banho frio.....	37
Figura 15 - Processo de substituição de seiva.....	38
Figura 16 - Formas mais comum de empenos na madeira.....	40
Figura 17 - Fluxograma das etapas de pesquisa.....	41
Figura 18 - Localização do município de São Lourenço do Oeste, SC.....	42
Figura 19 - Serraria "A".....	45
Figura 20 - Serraria "B".....	46
Figura 21 - Serraria "C".....	48
Figura 22 - Serraria "D".....	49
Figura 23 - Estufa.....	51
Figura 24 - Banho frio.....	51
Figura 25 - Divisão da madeira serrada conforme as espécies.....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 OBJETIVO GERAL	10
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
2.1 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
2.2 MERCADO NACIONAL	14
2.3 MERCADO INTERNACIONAL	18
2.4 PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA	21
2.5 DESDOBRO	23
2.5.1 MÉTODOS DE DESDOBRO	25
2.6 SECAGEM	26
2.6.1 MÉTODOS DE SECAGEM	27
2.6.1.1 Secagem Natural	28
2.6.1.2 Secagem Artificial	30
2.6.2 IMPORTÂNCIA E VANTAGENS DA SECAGEM	31
2.7 TRATAMENTOS PRESERVATIVOS PARA MADEIRA SERRADA	33
2.8 DEFEITOS NA MADEIRA	38
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>41</b>
3.1 COLETA DE INFORMAÇÕES NAS EMPRESAS VISITADAS	43
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>44</b>
4.1 PERFIL DA SERRARIA “A”	44
4.2 PERFIL DA SERRARIA “B”	46
4.3 PERFIL DA SERRARIA “C”	47
4.4 PERFIL DA SERRARIA “D”	49
4.5 CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO LOCAL DE MADEIRA SERRADA	52
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material utilizado desde a pré-história pelo homem, e ainda hoje é de muita importância, principalmente para a construção civil e o ramo moveleiro. O seu uso foi sendo desenvolvido ao longo do tempo e o próprio material recebeu aprimoramentos, facilitando a sua utilização e oportunizando a sua utilização com função mais nobre. Atualmente busca-se cada vez mais a eficiência na qualidade dos produtos e racionalização na utilização da matéria prima.

A madeira é um material de construção com grande utilização, possui boa resistência mecânica a compressão e a tração na flexão, é um bom isolante térmico e absorvente acústico. Além disso, trata-se de um material ambientalmente correto e renovável, pois sua jazidas não são finitas e durante a sua produção apresenta baixo custo energético.

No Brasil, a madeira é muito utilizada de forma temporária na construção civil, sendo que para uma melhor utilização desse material é necessário um avanço na produção de madeira serrada para a construção civil. O mercado brasileiro de madeira serrada ainda se encontra em defasagem com relação ao desenvolvimento e utilização desse material quando comparado com países da América do Norte, Europa, Japão, Austrália, dentre outros.

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo Geral

Aprofundar o conhecimento a respeito do mercado local de madeira serrada para construção civil buscando fornecer uma caracterização nos seguintes aspectos: espécies e bitolas comercializadas, teor de umidade e preço em que a madeira é vendida.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar quais são as madeiras serradas empregadas na construção civil na região próxima a São Lourenço do Oeste - SC, espécies e bitolas utilizadas;
- Verificar se há secagem da madeira e em qual teor de umidade ela é comercializada; e também se é realizado algum tratamento preservativo;
- Buscar informações sobre qual é a origem e como é realizado o desdobro da madeira na região;
- Descobrir qual é a principal destinação da madeira vendida e o preço comercializado localmente;
- Verificar a situação local com relação aos parâmetros definidos em normas específicas;
- Verificar o conhecimento a respeito das normas técnicas vigentes relacionadas à produção e comercialização de peças de madeira serrada;

### 1.2 JUSTIFICATIVA

Nos dias atuais é crescente a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade, nesse aspecto a madeira se apresenta como um material de alta competitividade e importância, pois além de ser um recurso renovável, ajuda o meio ambiente, fixando carbono da atmosfera durante o crescimento das árvores. Porém, de nada adianta utilizar um material ecologicamente correto originado de um manejo incorreto, seja por extração ilegal ou por manejo inadequado. Sendo assim, a busca por um controle nessa área se apresenta de suma importância para a obtenção dos benefícios em se utilizar madeira na construção civil.

De acordo com Fagundes (2003) nenhum outro material capaz de substituir a madeira tem tão pouco impacto ambiental em seu uso na

construção civil e atualmente reforça-se uma das principais características da madeira que é a de ser um material renovável.

Segundo Fagundes (2003) a construção civil vem impactando significativamente no meio ambiente, não somente no consumo de recursos, mas também contribuindo em termos de emissão de poluentes, consumo de energia, chuvas ácidas, gases tóxicos, no consumo de água e na produção de resíduos. Neste contexto Fagundes (2003, pg. 18) afirma que “as florestas, que fornecem a madeira como material de construção, tem um balanço ambiental altamente positivo, além de contribuírem para o sequestro de gás carbônico da atmosfera”.

Fagundes (2003) nos diz que o avanço da tecnologia de produção de madeira de florestas plantadas necessita de empenho em várias áreas, com atenção em questões como a escolha de espécies, técnicas de melhoramento genético, exploração adequada, tecnologia de processamento do desdobro e de secagem apropriado.

Segundo Farah (1992) ainda no Brasil a madeira é muito mais utilizada de forma temporária na construção civil, nos escoramentos, nas fôrmas, nos andaimes e nas instalações do canteiro de obras. Talvez seja porque o mercado não esteja atendendo as necessidades para uma aplicação mais elaborada, de forma definitiva nas obras, porém até que ponto isso é verdade? Sendo assim, é importante ter o conhecimento a respeito do mercado de madeira regional para construção civil, logo que este influencia na viabilidade de utilização da madeira como material de construção.

Atualmente, a exigência por madeira certificada tem sido intensificada pelo mercado nacional e internacional, a fim de evitar o seu uso desregulado. Portanto o mercado em longo prazo tende a se enquadrar em novas normas e regras que vem sendo discutidas e em alguns lugares implantadas, isto,provavelmente, também se aplicará ao mercado local o qual deverá se adequar.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme Zenid (1997) a madeira é um material utilizado desde a pré-história, contribuiu decisivamente nos avanços alcançados pelo homem e ainda nos dias atuais mesmo com o desenvolvimento dos chamados novos materiais, mais sofisticados e com melhor desempenho, ainda desempenha papel importante especialmente na construção civil e no ramo moveleiro.

Conforme Bauer (1994), a madeira utilizada como material de construção possui características raramente encontradas em qualquer outro material, dentre as quais cita:

- Boa resistência mecânica, em solicitações de compressão ou de tração na flexão;
- Boa resistência a choques e esforços dinâmicos, onde a resiliência do material permite absorver impactos que poderiam romper outros materiais;
- Bom isolante térmico e absorvente acústico.

Outro aspecto relevante da madeira em relação aos outros materiais, conforme lembra Fagundes (2003), é a sua renovabilidade. Além disso, a madeira por ser um material renovável e com baixo consumo energético não possui as limitações de outros materiais, os quais dependem de jazidas finitas ou de recursos energéticos para a sua obtenção e disponibilidade (FAGUNDES, 2003).

Segundo Silva (2002) a madeira possui uma estrutura complexa e heterogênea, é um material orgânico e suas dimensões variam conforme a umidade do ambiente.

Fagundes (2003) afirma que quanto mais industrializada for a madeira maior é o seu valor agregado, tanto para a Empresa quanto para o Estado.

### 2.1 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Fagundes (2003) o emprego da madeira na construção civil é variado, podendo de maneira ampla ser classificadas como maciças ou

industrializadas e mais especificamente em: troncos, roliça aparelhada, serrada, laminada e colada e reconstituída.

Morikawa (2006) lembra que a umidade penetra nas construções de madeira através de juntas, fissuras, por pressão, capilaridade, gravidade entre outros. Além disso, Morikawa (2006) sugere algumas medidas para se realizar construções com madeira sendo as principais: utilizar madeira próxima à do meio; proteger o material contra fungos, insetos, fogo e umidade; realizar proteção das madeiras externas com pintura, vernizes, entre outros.

Se tomados os devidos cuidados, construções em madeira possibilitam boa durabilidade e desempenho, como pode ser observado em alguns edifícios tradicionais existentes na Europa e Oriente (MORIKAWA, 2006).

Conforme Fagundes (2003) a construção civil utiliza a madeira para usos provisórios como escoras, formas, tapumes, etc, sendo assim uma demanda em potencial.

## 2.2MERCADO NACIONAL

Atualmente grande parte da madeira serrada no Brasil vem de espécies folhosas tropicais da Região Amazônica, porém espécies de reflorestamentos como Pinus e Eucalipto possuem considerável parcela nos volumes de produção e crescem continuamente (ABIMCI, 2009).

Segundo Yuba (2001) a construção civil brasileira, sobretudo na produção de habitação em madeira com espécies de reflorestamento usa principalmente o Pinus e o Eucalipto, empregados como madeira serrada, chapas aglomeradas, compensados e peças roliças.

A utilização de florestas plantadas, principalmente as espécies dos gêneros Eucalipto e Pinus, vem tomando importância crescente, porém a falta de conhecimento das propriedades destas espécies, especialmente em relação às propriedades físicas e mecânicas ou ao comportamento à secagem ainda são barreiras que devem ser superadas para promover a utilização da madeira de florestas plantadas (FAGUNDES, 2003).

Segundo Manhiça (2010) o consumo de madeira de pinus em toras aumentou consideravelmente no Brasil nos últimos anos, passando de 19

milhões de metros cúbicos em 1990 até chegar a torno de 42 milhões de metros cúbicos nos últimos anos.

Segundo Fagundes (2003) a baixa qualidade da madeira disponível para a maioria da população deve-se ao fato do mercado consumidor ser pouco exigente em relação aos produtos disponibilizados pela construção civil nacional, porém ainda que tenham surgidos produtos novos e concorrentes (aço, alumínio e o PVC) a madeira conserva o seu espaço.

Fagundes (2003) afirma que o processamento da madeira no Brasil relaciona-se com as espécies florestais utilizadas junto aos produtos produzidos. Fagundes (2003) divide este processamento em três grupos de empresas: as que processam madeira nativa da região Norte do Brasil, as que utilizam Pinus como matéria prima (a maioria no Sul do Brasil) e aquelas que processam madeira de Eucalipto (situadas principalmente no Sudeste Brasileiro).

Empresas que trabalham com madeira do gênero Pinus a transformam em produtos serrados, compensados e painéis de madeira aglomerada; sendo esses produtos usados basicamente pela indústria moveleira e em usos menos nobres na construção civil, e um pouco para a produção de celulose de fibra longa (FAGUNDES, 2003).

Atualmente grande parte do abastecimento de madeiras serradas para indústria vem dos reflorestamentos, com destaque para o gênero Eucalipto, devido ao seu alto potencial de adaptação (RODRIGUES, 2002).

Em relação ao uso do Eucalipto Fagundes (2003) diz que é a matéria prima principal das indústrias de celulose e papel, além de painéis de chapa dura, carvão vegetal, de postes e por último painéis aglomerados, sendo a sua utilização na construção civil incipiente, porém crescente.

Fagundes (2003) diz que o consumidor brasileiro tem dificuldade em encontrar alguns tipos de peças, especialmente para a construção, e também acaba, algumas vezes, tendo que realizar o beneficiamento da madeira por não haver no mercado madeira já beneficiada.

Uma boa parte das serrarias no Brasil são classificadas como serrarias convencionais, pois o desdobro não é baseado em modelos de corte nas suas operações (MANHIÇA, 2010).

Segundo Fagundes (2003) o futuro da indústria de produtos serrados de madeira dependerá das madeiras de florestas plantadas, diminuindo cada vez mais a vantagem da utilização das florestas naturais, ainda mais num mundo preocupado com as questões ambientais.

Com relação à distribuição das florestas plantadas no Brasil o gênero *Pinus* se destaca no sul, especialmente em Santa Catarina e no Paraná onde é predominante (Figura 1), nas outras regiões o gênero *Eucalyptus* é predominante (ABRAF, 2012)



Figura 1 - Distribuição geográfica das florestas plantadas de *Pinus* e *Eucalyptus*.

Fonte: ABRAF (2012).

Nesse sentido Fagundes (2003) afirma que o Brasil possui um potencial grande para aumentar a sua competitividade, pois tem uma oferta

elástica de madeira de reflorestamento e, condições de clima e solo que permitem um crescimento acelerado das espécies de Pinus e Eucalypto em relação aos países europeus.

As principais indústrias de papel e celulose, painéis de madeira industrializada, siderurgia a carvão vegetal e de madeira mecanicamente processada se encontram nas regiões Sul e Sudeste do país, o que justifica a maior concentração de plantios florestais (73,8% - Figura 2) nessas regiões (ABRAF, 2012).

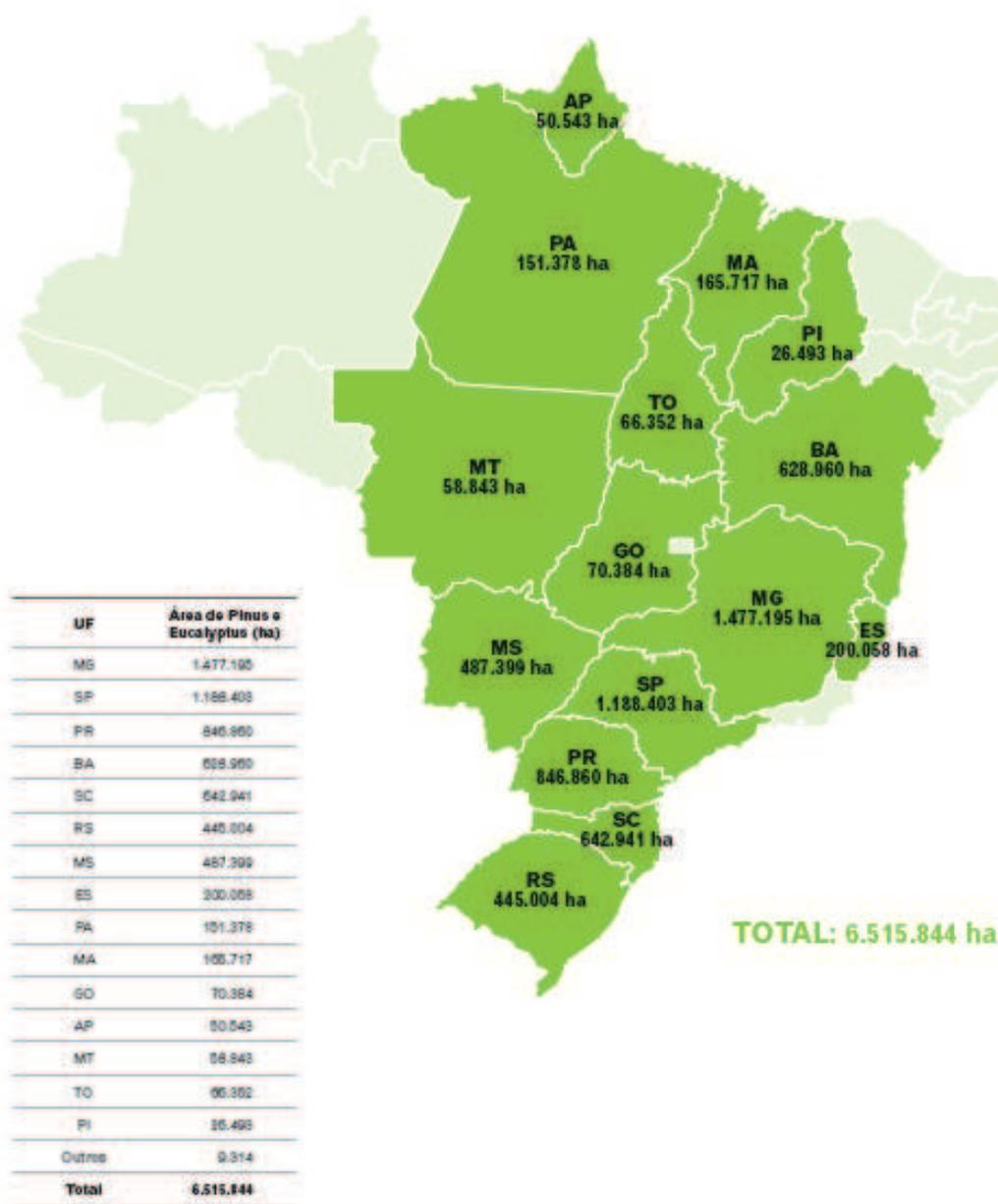


Figura 2 – Área e distribuição do total de Pinus e Eucalyptus plantados nos estados do Brasil.

Fonte: ABRAF (2012).

A comercialização de madeira serrada no Brasil ainda é um ponto a ser melhorado, porém já existem avanços nessa direção. Os compradores de madeira serrada de eucalipto no Brasil podem utilizar a norma ABNT - NBR 14806 (2002) para analisar os lotes no seu recebimento.

De acordo com a norma ABNT - NBR 14806 (2002) cada lote ou grupos de lotes com as mesmas características devem ter identificação contendo o número de peças por classe de qualidade (classificada conforme a mesma norma técnica), dimensões nominais, teor de umidade da madeira, identificação do produtor, número do lote, número do contrato, país de origem e número do classificador. Além disso, a norma ABNT - NBR 14806(2002) diz que deve ser feita a inspeção dos lotes, a qual deve verificar todos os itens citados anteriormente e que pode ser realizada por amostragem. Além disso, estabelece valores máximos para exceções, que se forem extrapolados ocasionam a rejeição do lote.

### 2.3 MERCADO INTERNACIONAL

Conforme Fagundes (2003) o uso da madeira na construção civil nos países industrializados é mais valorizado, principalmente por causa das suas propriedades e características, alta resistência mecânica em relação ao peso, facilidade de uso, beleza, conforto visual e tátil, baixa condutibilidade térmica, entre outras.

Petrauski et al (2011) destaca que o Canadá se manteve como o principal exportador de madeira serrada do mundo no período entre 2000 e 2007 com uma grande diferença em relação aos outros países, sendo notória a sua hegemonia neste setor.

Há uma diferença significativa entre a maneira como a madeira serrada é comercializada aqui no Brasil e como é nos Estados Unidos da América ou Canadá, por exemplo.

Western Wood Products Association (WWPA) trata-se de uma associação comercial que representa os fabricantes de madeira nos 12 estados do oeste dos Estados Unidos da América e também presta serviços no Canadá. Orienta a classificação, o controle de qualidade, a técnica de

produção da madeira, e fornece informações de negócios e suporte para as serrarias

Segundo Western Wood Products Association(2001) a divisão de serviços de qualidade da própria associação supervisiona a classificação de madeira serrada, mantendo um corpo de inspetores competentes que regularmente conferem a qualidade da produção da madeira nas serrarias. Além disso, a associação possui um conjunto de regras que estabelecem padrões de tamanho e níveis de qualidade conforme a norma americana para madeira PS 20-99 (WESTERN WOOD PRODUCTS ASSOCIATION, 2001).

Western Wood Products Association(2001) nos diz que a maioria das estampas de classificação possuem 5 elementos básicos (Figura 3):

- a) Marca de certificação da Associação;
- b) Identificação da serraria: pode ser o nome da empresa ou o código da serraria;
- c) Designação;
- d) Identificação da espécie: indica a espécie;
- e) Condição de umidade: pode ser seca, seca em estufa e molhada.

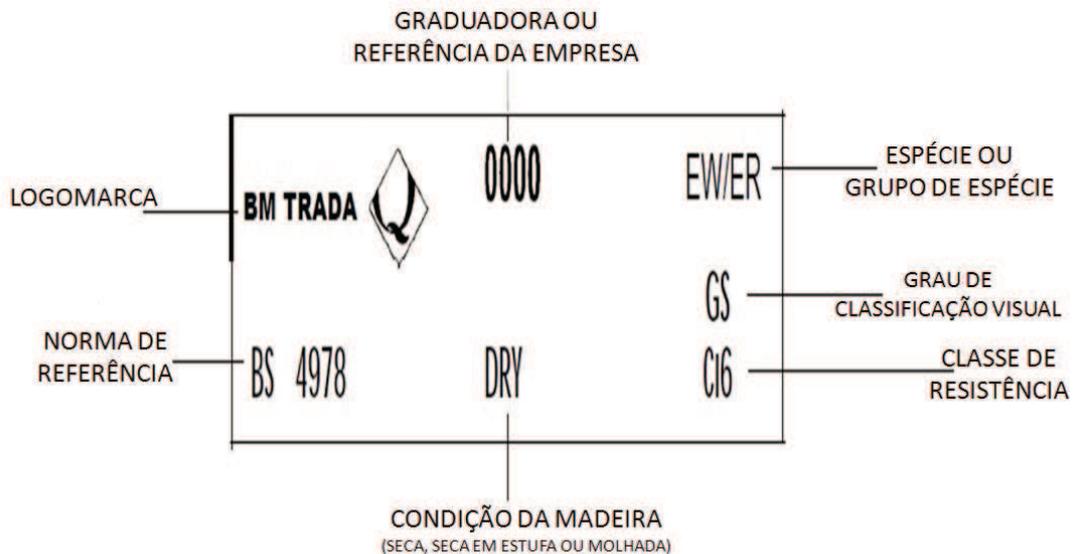


Figura 3 - Estampa de classificação.

Fonte: Western Wood Products Association (2001).

Conforme BM Trada Certification(2000) os consumidores de madeira para construção devem estar atentos à estampa de classificação e lembrar que

sem a mesma a peça não deve ser utilizada pra uso estrutural. Além disso, BM Trada Certification(2000) demonstra como entender a estampa utilizada pela empresa e seus afiliados conforme demonstra a Figura 4.



**Figura 4 - Estampa de classificação.**

Fonte: Adaptada de BM TRADA CERTIFICATION (2000).

BM Trada Certification (2000) ressalta que os fornecedores de madeira para construção devem trabalhar com graduadores licenciados ou máquinas certificadas, além de garantir que a estampa fique bem marcada e clara na madeira (Figura 5).



**Figura 5 - Estampa de classificação na madeira.**

Fonte: <http://www.trada.co.uk/faq/viewAnswer/283F6D6D-494D-415C-957A-41A17A4D6F3C> (2013).

Com a utilização do selo o comprador da madeira tem a certeza do que está comprando, podendo assim utilizar a madeira da melhor forma possível e com confiança.

## 2.4 PRODUÇÃO DE MADEIRA SERRADA

ABIMCI (2009) define a madeira serrada como peças obtidas através do desdobro de toras em serras, sendo que possuem denominações diferentes conforme o seu formato e dimensões, podendo ser: vigas, tábuas, pranchas, pontaletes, sarrafos, ripas e caibros.

Segundo ABIMCI (2009) o PNQM (Programa Nacional de Qualidade da Madeira) trata-se de uma certificação que tem como objetivo o controle do processo produtivo, onde são definidos parâmetros para se verificar e critérios para aceitação, porém o PNQM – Madeira Serrada ainda não está consolidado e sim em processo.

No Brasil atualmente existem algumas normas técnicas que estabelecem requisitos exigíveis para a madeira serrada. Uma delas é a NBR 14806 (2002) que estabelece regras para a madeira serrada de eucalipto proveniente de florestas plantadas.

Com relação às dimensões das peças de madeira serrada a norma ABNT - NBR 7203(1982) estabelece a nomenclatura das peças de madeira serrada e os padrões de dimensões, visando o aproveitamento racional da matéria-prima. De acordo com a norma ABNT - NBR 7203 (1982) as peças de madeira serrada são divididas em: pranchão, viga, caibro, sarrafos, tábuas e ripas.

Diferentemente da norma ABNT - NBR 7203 (1982) a norma ABNT - NBR 14807 (2002) determina dimensões de peças de madeira para uso geral através de intervalos de dimensões. As peças de madeira serrada segundo a norma são divididas em: pranchão, prancha, pranchinha, viga, caibro, tábua, sarrafo, ripa, ripão, pontalete, quadradinho e quadrado.

Conforme ABIMCI (2004) as principais etapas de processamento da madeira de Pinus (Figura 6) são: obtenção da madeira em toras e transporte, chegada à indústria, descascamento, desdobro principal, refilos e gradeamento e secagem.

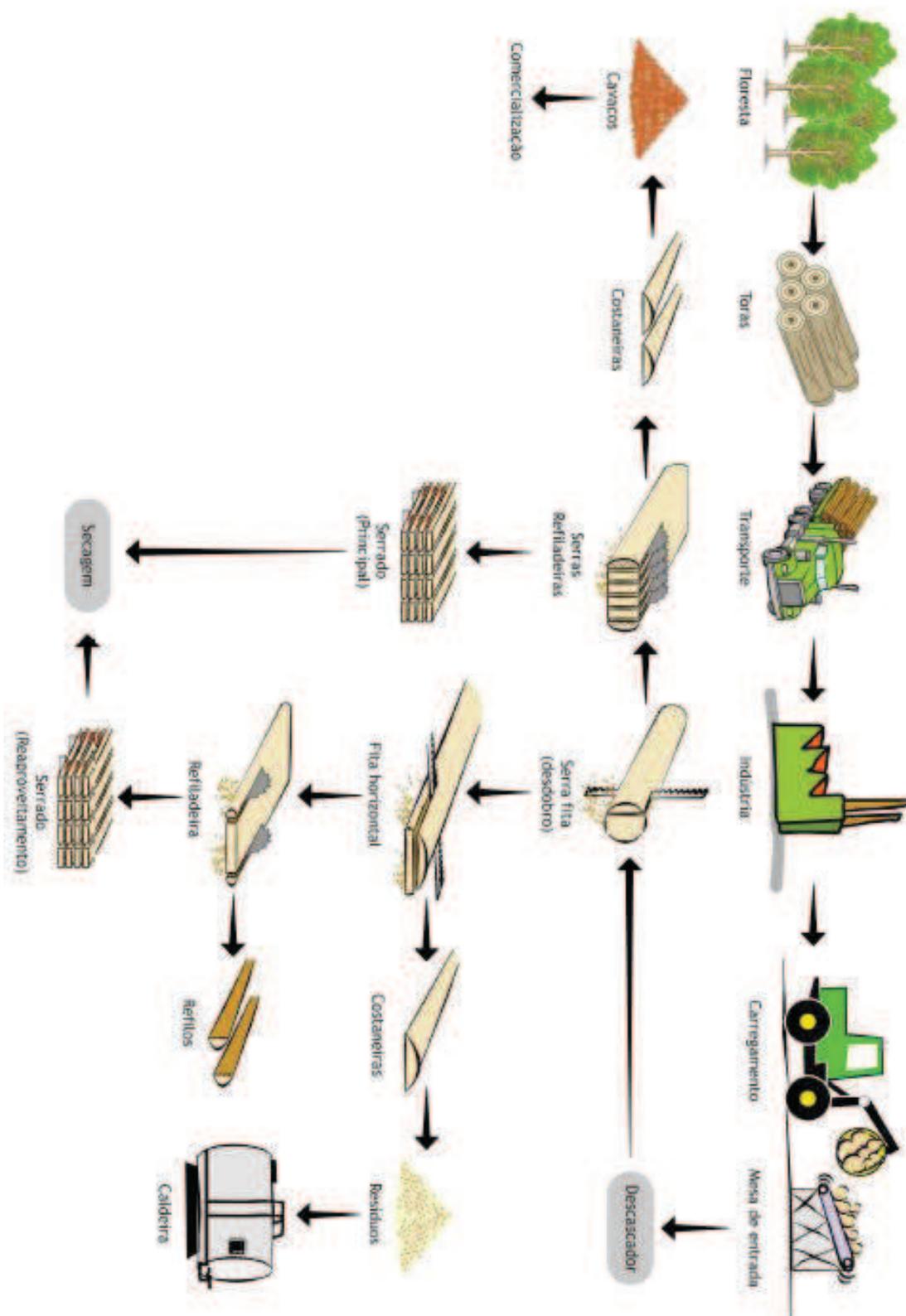


Figura 6 - Fluxograma básico e esquemático de obtenção de madeira serrada de Pinus.

Fonte: ABIMCI (2004).

É importante que se tenha cuidado em todas as etapas do processo de produção de madeira serrada para que se obtenha um produto final de qualidade.

No sul do Brasil comumente se encontram pequenas serrarias que processam a madeira de pinus com o uso de equipamento lento e técnicas não adequadas, deixando a operação de desdobro depender da experiência do operador (MANHIÇA, 2010).

Segundo Junior (2008) a utilização de toras com pequenos diâmetros tem sido cada vez mais realizada pelas serrarias, devido à pressão que o mercado faz na busca de madeira. Isso acaba gerando um baixo rendimento e comprometimento da qualidade da madeira serrada.

Por outro lado, as serrarias vêm buscando melhorar a qualidade da madeira, o seu rendimento e a sua eficiência através de várias técnicas como a separação por classes de diâmetros por meio do uso de classificadores de toras, o uso de direcionadores ou posicionadores de toras, métodos de desdobro e programas otimizadores de desdobro, entre outros (JUNIOR, 2008).

Manhiça (2010) destaca o diâmetro da tora, qualidade da tora, técnicas de desdobro e operação dos equipamentos como fatores que podem afetar o rendimento volumétrico das serrarias.

Silva (2002) em seu estudo analisou a interferência da idade nas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* e observou que ela interfere positivamente em quase todas as suas características, sendo que a madeira de vinte anos entre as analisadas foi a que apresentou melhores resultados.

## 2.5 DESDOBRO

O desdobro da madeira consiste no corte da tora em pranchas, depois de retiradas as costaneiras, sendo realizado usualmente com equipamentos de serra: serra de fita, serra circular multilâminas, refiladora e resserra (YUBA – 2001).

Desdobro é a operação que possibilita um melhor aproveitamento da madeira, dando-lhe maior versatilidade para usos, pois faz a conversão das toras em peças de seção retangular (REMADE, 2001 apud COELHO, 2010).

O desdobro trata-se do processo de redução das toras, através de corte longitudinal em partes menores. É realizado através de equipamentos de serra, fita ou circular, subdivididas em: serras circulares simples, duplas ou múltiplas (FAGUNDES, 2003).

Rocha (2000) descreve que ao se optar por serras circulares o rendimento em madeira serrada será menor, porém com uma eficiência maior, já ao se optar por serras de fita aumenta-se o rendimento e diminui-se a eficiência.

Segundo Coelho (2010) o rendimento da madeira e o sistema de produção da serraria são influenciados pela qualidade das toras a serem desdobradas, sendo melhor a qualidade dos produtos que dela podem ser obtidos o quanto melhor for à qualidade da madeira.

Segundo Fagundes (2003) as peças devem ser cortadas no tamanho acima do desejado, pois ocorre contração devido à perda de umidade durante a secagem, isso é chamado de sobremedida.

A norma ABNT - NBR 14806 (2002) estabelece sobremedidas para a madeira serrada de eucalipto proveniente de florestas plantadas, sendo que elas variam conforme se aumenta a espessura, a largura e o comprimento das peças.

Conforme Junior (2008) nas serrarias ocorre uma grande variação da matéria-prima, e então, a melhor forma de desdobro e posicionamento na serra só poderá ser realizado momentos antes do desdobro. Além disso, é preciso lembrar que o melhor método de desdobro para cada serraria depende dos equipamentos que ela possui não devendo ser tomadas decisões nesse âmbito levando-se em conta apenas fatores isolados.

Além disso, conforme Coelho (2010) dependendo da espécie da madeira o comportamento é diferente no desdobro, influenciando assim o rendimento resultante da transformação das toras em tábuas. Isto acontece devido às diferenças entre as características das mesmas, sendo as principais: densidade, disposição dos elementos estruturais, teor de umidade, presença de componentes químicos (COELHO, 2010).

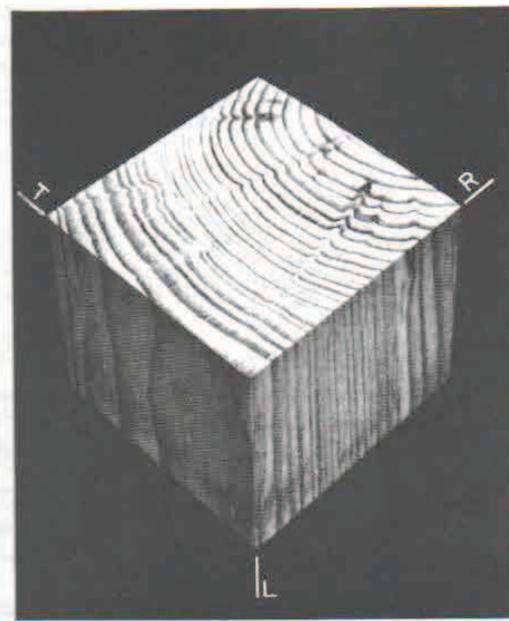
Visando melhorar a eficiência e rendimento das serrarias, foram desenvolvidos programas (otimizadores de desdobro) que buscam relacionar aspectos físicos (estrutura, equipamento, produtos e “layout”) e aspectos biológicos (características da madeira) (JUNIOR, 2008).

Conforme Manhiça (2010) o aumento do preço e da demanda por madeira de reflorestamento tem incentivado o desenvolvimento de tecnologias que visam maximizar a utilização das toras, sendo que hoje em dia já existem programas associados a scanners que analisam e fornecem o melhor modelo de corte para a tora ser desdobrada.

Entretanto, no Brasil existem poucas serrarias que possuem um programa que auxilie na otimização das toras (JUNIOR, 2008).

### 2.5.1 Métodos de Desdobro

SANTOS et al. (2000, apud YUBA, 2001) nos diz que existem três planos de corte possíveis, sendo eles: transversal (T), longitudinal tangencial (L) e longitudinal radial (R), conforme pode ser visto na Figura 7.



**Figura 7 - Planos de Corte.**

**Fonte: PFEIL(1994, pg. 7).**

Segundo Fagundes (2003) existem vários métodos de desdobro e os diversos fatores contribuem para a escolha mais adequada do método a ser utilizado, tais como: tipo de serras, qualidade e dimensões das toras, demanda do mercado, habilidade do operador, capacidade do equipamento e mão de obra disponível.

Coelho (2010) diz que várias são as técnicas de desdobro para a madeira (eucalipto), procurando-se em algumas obter peças radiais e em outras peças tangenciais, mas a maioria utiliza-se de cortes simultâneos, pois são mais eficientes na liberação das tensões de crescimento.

## 2.6 SECAGEM

A umidade interfere nas demais propriedades da madeira (inclusive sua resistência), e, portanto é elemento importante no emprego da madeira; também serve como atração para organismos que atacam a madeira e é o motivo do desenvolvimento de fungos que causam manchas e apodrecimento (FAGUNDES, 2003).

Segundo Pfeil (1994) a umidade da madeira é altamente relevante sobre as propriedades da mesma, sendo que o grau de umidade é medido pelo peso da água dividido pelo peso da amostra seca na estufa.

Martins (1988, pg. 5) define a secagem da madeira como sendo: “o processo da redução da sua umidade, com o objetivo de atingir um teor de umidade pré-determinado, com o mínimo de defeitos, no menor tempo possível e de uma forma economicamente viável para o uso a que se destina”.

Andrade (2000) afirma que a secagem trata-se de uma fase com grande importância entre os processos de transformação da madeira, proporcionando melhoria das características de trabalhabilidade e diminuição da movimentação dimensional, bem como da possibilidade de ataque de fungos e insetos. Ainda segundo o autor, se o processo for realizado em secadores e de maneira adequada pode-se reduzir consideravelmente o tempo de secagem e maior controle em relação aos defeitos.

Já Coelho (2010) diz que a secagem da madeira trata-se da evaporação da umidade superficial para a atmosfera local e, a movimentação da umidade do interior para as zonas superficiais. Coelho (2010) ressalta que a

ineficácia do processo é decorrente da rápida perda de umidade superficial e da lenta movimentação da umidade interna para a superfície.

O calor é transferido do ar (meio secante) para a superfície da madeira por convecção, depois da superfície aquecida, este calor é transferido para o interior por condução. No início da secagem, a transferência de calor do ambiente para a superfície é o fator mais importante, à medida que a madeira perde umidade, a transferência de calor da superfície para o interior passa a ser o fator limitante. Sendo assim altas velocidades de ar são mais importantes na primeira fase de secagem do que no final (ANDRADE, 2000).

Martins (1988) diz que uma árvore viva pode conter desde 35% até mais de 200% de teor de umidade e que começa a secar logo depois da derrubada. Além disso, define o teor de umidade de equilíbrio como sendo o aquela que a madeira tende a alcançar se deixada em condições de umidade relativa e temperatura constantes.

Galvão (1975) pesquisou o teor de umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil, sendo que o valor mínimo obtido foi de 9,6% e o máximo de 21%.

### 2.6.1 Métodos de Secagem

Com relação aos processos de secagem Yuba (2001) relaciona duas formas básicas de secagem: a secagem natural, feita ao ar (com varais) e a secagem artificial, feita em estufa. Ainda segundo Yuba (2001) a secagem natural pode levar até três meses, variando conforme o clima de cada região e em estufa pode-se reduzir esse processo para em média uma semana.

Segundo Andrade (2000) dependendo da espécie ou tipo de madeira ela apresenta um comportamento distinto durante o processo de secagem, porém há algumas espécies com similaridades e que poderiam ser grupadas em um mesmo programa de secagem, sendo essa uma alternativa interessante a ser considerada pelas indústrias.

Segundo Martins (1988) um programa de secagem se trata de um plano onde se estabelece a combinação ideal de temperatura e umidade relativa à madeira na estufa, buscando com isso a obtenção da madeira seca com o mínimo de defeitos e no menor tempo possível.

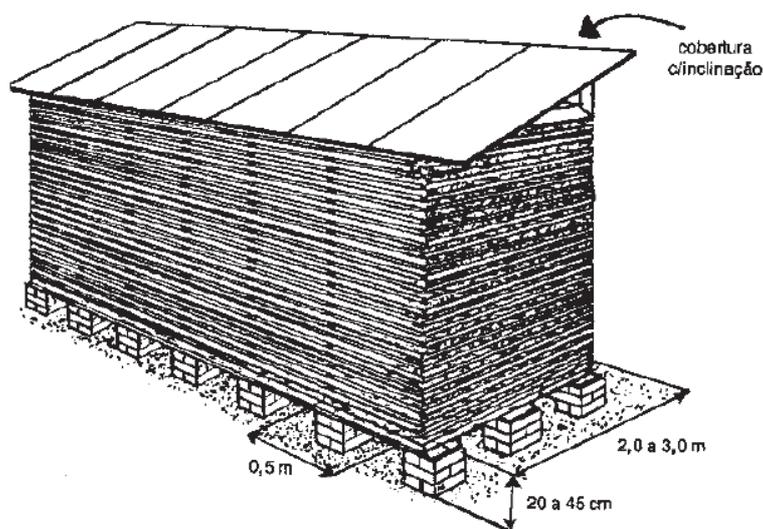
Conforme Martins (1988) para se determinar um programa de secagem deve-se levar em conta os seguintes fatores: espécie da madeira (contração, densidade, etc.), teor de umidade inicial, teor de umidade final, uso a que se destina, espessura do material e equipamento de secagem.

#### 2.6.1.1 Secagem Natural

Conforme Martins (1988) a secagem natural consiste em empilhar a madeira em um lugar ventilado e de preferência coberto, evitando raios solares e chuva, além disso, faz-se o controle do teor de umidade de tempos em tempos até que se atinja o valor desejado.

Conforme Fagundes (2003) na secagem natural as peças são deixadas ao ar livre em pilhas, devendo-se deixar espaço para ventilação entre as peças e entre os montes e ser feito em telheiros ou com cobertura eficiente (Figura 10). Além disso, a secagem deve durar até que a umidade da madeira esteja equilibrada com a umidade do ambiente (FAGUNDES, 2003).

O método usual de empilhamento consiste em tábuas pré-selecionadas colocadas lado a lado compondo camadas superpostas (Figura 8); além disso, entre as camadas são colocados sarrafos ou tabiques (separadores), com o objetivo de deixar com que ocorra a circulação do ar entre as tábuas (MARTINS, 1988).



**Figura 8 - Empilhamento padrão.**

**Fonte: MARTINS (1988).**

Quando a madeira é empilhada a descoberto deve-se cobrir as pilhas com telhas, plástico ou mesmo tábuas inservíveis (refugos) e de preferência com uma pequena inclinação na cobertura para que a água escorra, tentando assim proteger a madeira da incidência direta do sol ou da chuva (MARTINS, 1988).

Geralmente as pilhas são feitas com 2m de largura, porém em lugares com alta umidade a largura pode ser reduzida; neste caso deve-se tomar cuidado com relação à estabilidade das pilhas, podendo amarrar umas as outras para que a estabilidade não fique comprometida (MARTINS, 1988).

A altura das pilhas é determinada conforme a facilidade de empilhar a madeira, ficando em torno de 2,5 metros e podendo chegar até 6,0 metros desde que se utilize empilhadeira ou outro recurso (MARTINS, 1988).

Outro método de empilhamento é o empilhamento tipo tesoura (Figura 9). É comumente utilizado em regiões tropicais e lugares úmidos, especialmente como pré-secagem, pois apresenta alta velocidade de secagem. Sua montagem é rápida depois que as armações já estão prontas, porém oferece tendência a empenos e rachaduras (devido a alta velocidade de secagem), além disso, causa desuniformidade de umidade na peça, pois a parte superior seca mais rápido (MARTINS, 1988).



**Figura 9 - Empilhamento "tipo tesoura".**

**Fonte: FAGUNDES (2003, pg. 53).**

Em alguns casos é feita a lixiviação ou desseivação antes da secagem natural da madeira.

Desseivação ou lixiviação é quando se deixa a madeira totalmente imersa em água pura e corrente por um período de aproximadamente 4 meses para que a seiva seja toda levada pelas águas, não sendo mais alimento para insetos (FAGUNDES, 2003).

#### 2.6.1.2 Secagem Artificial

Andrade (2000) sugere que para espécies com alta propensão a apresentar defeitos e alto teor de umidade inicial, é recomendável efetuar uma pré-secagem antes do processo de secagem artificial.

Segundo Martins (1988) no método de secagem artificial a madeira é secada numa estufa (Figura 10), que fica com a temperatura entre 40 e 100 C, com controle da umidade relativa, velocidade do ar e temperatura. Comumente o aquecimento das estufas é feito por serpentinas a vapor produzido em caldeira e a circulação do ar é feita por ventiladores.

A câmara de secagem pode ser controlada automaticamente ou manualmente, neste último caso precisando de um operador experiente que irá abrir e fechar registros buscando deixar a câmara nas condições ideais para a secagem, e também terá que fazer pesagens de amostras-teste para acompanhar a umidade da madeira (MARTINS, 1988). Já no caso de câmaras com controles automáticos praticamente tudo pode ser acompanhado e alterado através de um painel de controle, sendo a perda de umidade observada no painel que faz o registro através de sensores conectados a algumas tábuas dentro da estufa (MARTINS, 1988).

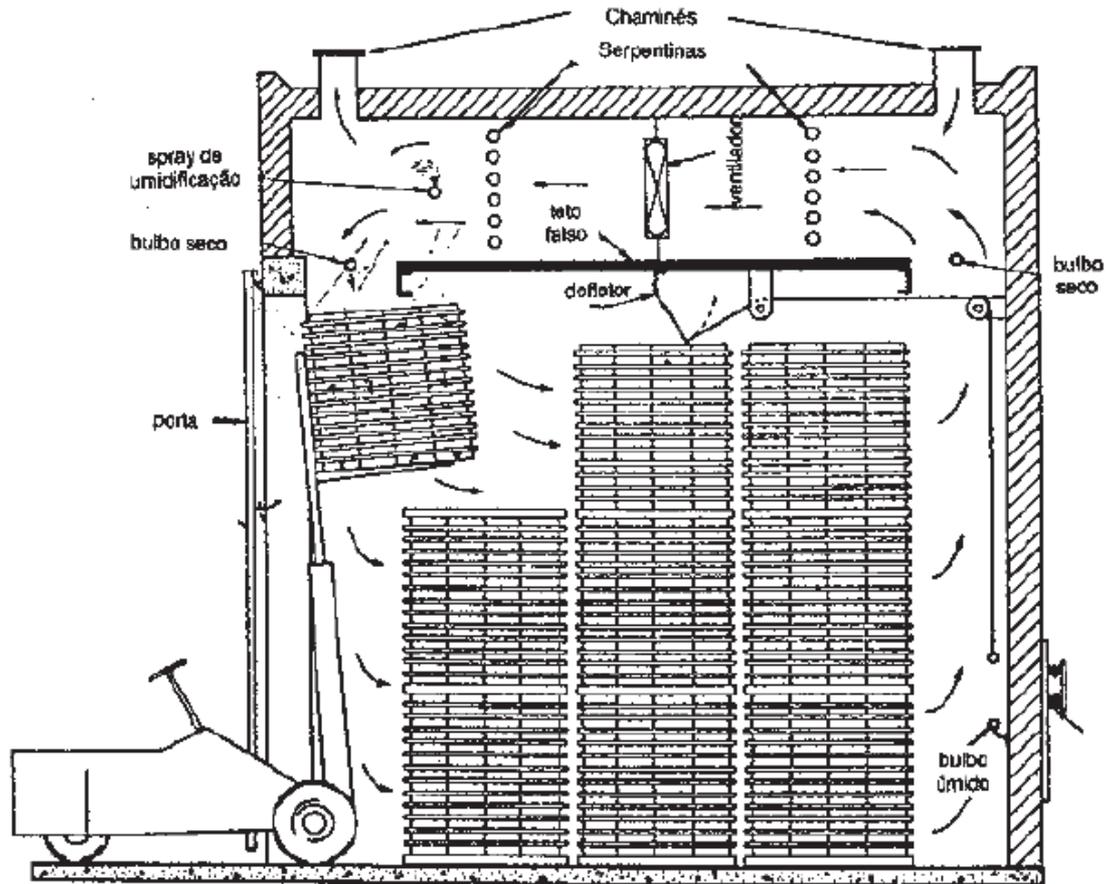


Figura 10 - Esquema de uma estufa convencional.

Fonte: RASMUSSEN (1961) apud MARTINS (1988).

Andrade (2000) nos diz que o processo de secagem artificial no Brasil ainda é considerado uma fase crítica, por se tratar de uma operação com considerável investimento prévio e parcela significativa no custo operacional.

### 2.6.2 Importância e vantagens da secagem

Fagundes (2003) afirma que um processo de secagem mal realizado promove defeitos na madeira que são ocasionados por causa da sua retrabilidade.

A retrabilidade trata-se de um fenômeno relacionado à variação dimensional da madeira que ocorre conforme a variação da umidade (REMADE, 2001).

Conforme Fagundes (2003) a retrabilidade pode acontecer em todas as seções: axial (na direção das fibras), radial e tangencial, sendo a retração volumétrica a composição delas.

Andrade (2000) cita que os principais defeitos resultantes do processo de secagem são os empenos, as rachaduras, o colapso e o endurecimento superficial.

Diferentes percentuais de retrabilidade entre as direções podem explicar os defeitos vistos após a secagem da madeira (FAGUNDES. 2003).

Conforme Martins (1988) realizar a secagem da madeira traz vários benefícios, sendo eles:

- “Estabilidade das dimensões da madeira” – a madeira ao chegar ao teor de umidade apropriado já faz com que a maior parte da contração ocorra, e, portanto, há menos movimento dimensional, ocasionando menos problemas como empenos e rachaduras;
- “Redução dos riscos de manchas e apodrecimentos” – a madeira com umidade abaixo de 20% se torna praticamente imune à maioria dos fungos e insetos.
- “Redução do peso”;
- “Melhor tratabilidade” - a madeira com umidade abaixo dos 20% é impregnada mais fácil com preservantes ou retardentes para fogo, e materiais de acabamento também aderem mais facilmente;
- “Aumento da resistência mecânica” – melhora as propriedades mecânicas com exceção da tração perpendicular às fibras e resistência ao impacto;
- “Melhora das características de trabalhabilidade”;
- “Propriedade de pega” – a madeira muito úmida não possibilita uma boa aderência quando se fabrica produtos colados;
- “Melhor fixação de pregos e parafusos” – na madeira úmida a resistência dessas ligações pode diminuir até a metade;
- “Propriedades de isolamento” – a madeira seca é melhor isolante elétrico e acústico e conduz menos calor em relação a madeira verde.

Segundo Silva (2010) a madeira deve ser usada quando seca ao ar, ou seja, em equilíbrio com o ambiente. Além disso, explica que não é possível trabalhar com a madeira úmida, pois isso acarretará defeitos, como por exemplo, se a madeira for pregada verde ela empenará.

## 2.7 TRATAMENTOS PRESERVATIVOS PARA MADEIRA SERRADA

O apodrecimento da madeira pelos fungos ocorre normalmente na madeira em contato direto com o solo, porém a madeira sem contato direto com o solo também pode apodrecer, para isso basta que seu teor de umidade seja superior a 20%, o que acontece nas testeiras de telhados e forros de beirais nas residências (GALVÃO et al, 2004).

Existem outros agentes destruidores de madeira além dos fungos, sendo os mais graves os cupins ou térmitas (Figura 11). A presença dos cupins na madeira atacada é complicada de ser percebida, sendo que o exterior da peça permanece intacto, ao contrário do interior que pode estar completamente destruído (GALVÃO et al, 2004).



**Figura 11 - Madeira infestada com cupins.**

**Fonte: GALVÃO et al (2004).**

Os defeitos e degradações que são ampliados pelo fato da madeira ser um material orgânico podem ser solucionados ou evitados utilizando tratamentos químicos ou com o uso de produtos industrializados, obtendo

assim produtos altamente duráveis, com alto potencial de isolamento térmico e acústico (SILVA, 2010).

Para proteger a madeira contra fungos e insetos xilófagos é necessário tratar a madeira com os chamados preservativos ou preservadores da madeira. Galvão et al (2004) os define como produtos químicos que são introduzidos na madeira para torna-la tóxica aos respectivos agentes destruidores da madeira. Além disso, divide os preservativos da madeira em três categorias: oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis.

Entre os óleos preservativos Galvão et al (2004) destaca o creosoto e o alcatrão de hulha, ambos obtidos da destilação seca do carvão de pedra (hulha).

Os oleossolúveis são aqueles que utilizam óleo como solvente, pode ainda ser adicionado aditivo(s) as diversas formulações prontas de preservativos para uso que estão disponíveis no comércio (GALVÃO et al, 2004).

De acordo com Galvão et al (2004) os preservativos hidrossolúveis são formados pela agregação de diversos sais, e são subdivididos em:

- ACA – incluem-se aqui os preservativos a base de cobre e arsênio, em solução amoniacal; trata-se de um preservativo vastamente utilizado nos Estados Unidos da América (EUA) e no Canadá;
- CCA – trata-se do arseniato de cobre cromatao, é preservativo mais usado no mundo, porém o seu uso vem sofrendo restrições e pressões internacionais devido à toxicidade dos componentes;
- CCB – é mais utilizado no Brasil e na Europa, surgiu como alternativa para substituir os preservativos a base de arsênio pois é a base de cobre, cromo e boro;
- Outros compostos de boro (bórax e ácido bórico).

Com relação ao CCA, pentaclorofenol e creosoto Brand et al (2006) nos diz que apesar de serem produtos com maior toxicidade e de possuírem problemas para a eliminação da madeira tratada são os que tem preço mais competitivo e continuam sendo os mais utilizados.

Segundo Barillari (2002) usando o tratamento químico adequado à madeira serrada do gênero Pinus irá ocasionar numa maior durabilidade em

uso e também, irá agregar valor. A autora através de sua pesquisa concluiu que o tratamento preservante confere durabilidade de vida média superior a 30 anos para madeira de Pinus em contato com o solo.

Pinheiro (2001) em seu estudo concluiu que a preservação química industrial da madeira tem alta importância, pois além de ser um método eficaz contra a biodeterioração pode até aumentar os valores de algumas propriedades mecânicas.

Galvão et al (2004) nos diz que os processos industriais injetam produtos químicos preservativos no interior da madeira através do uso correto de vácuo e pressão dentro de grandes recipientes cilíndricos de aço (Figura 12).



**Figura 12 - Processo industrial de preservação da madeira.**

**Fonte: GALVÃO et al (2004).**

Pinheiro (2001) cita o pincelamento ou pulverização, imersão rápida ou prolongada, banho quente-frio, difusão, capilaridade ou substituição de seiva como processos mais comuns de preservação da madeira, e destaca que o banho quente-frio possui maior relevância industrial no Brasil.

Galvão et al (2004) sugere processos práticos de preservação da madeira que buscam respeitar às exigências do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Galvão et al (2004) explica que o processo de banho quente-frio consiste em imersão total de 2 horas no preservativo aquecido a uma temperatura de 100°C e então rapidamente colocada em uma vasilha contendo o preservativo, onde fica por cerca de 4 horas (Figura 13).

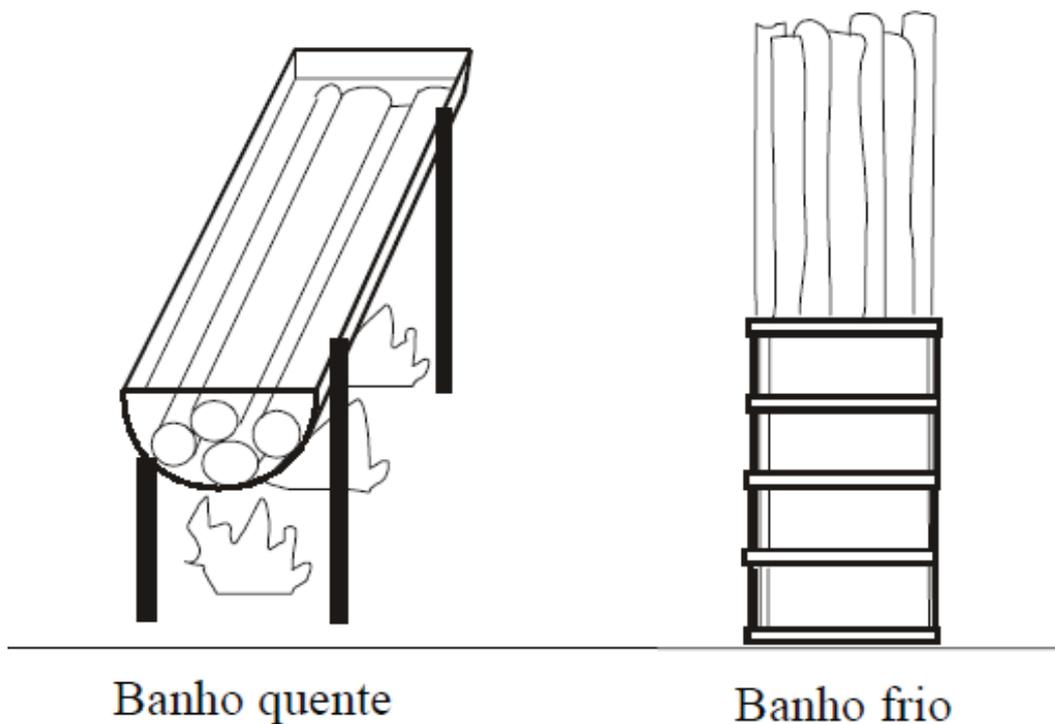


Figura 13 - Esquema do banho quente-frio.

Fonte: GALVÃO et al (2004).

Segundo Galvão et al (2004) o processo de preservação da madeira através do banho frio é realizado em vasilha de concreto (Figura 14) onde as peças são deixadas submersas por um período de 7 dias.

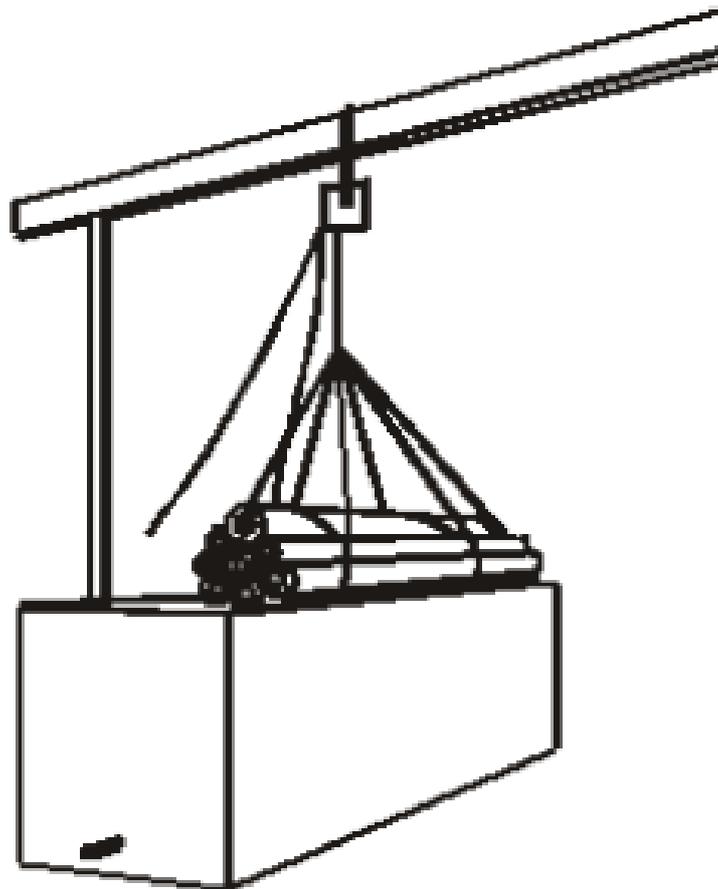


Figura 14 - Esquema do banho frio.

Fonte: GALVÃO et al (2004).

Para o processo de difusão são utilizadas soluções concentradas, facilitando assim a difusão, o preservativo na forma de pasta é aplicado sobre as peças que ficam cobertas com lona plástica por cerca de 30 dias (GALVÃO et al, 2004).

Segundo Galvão et al (2004) no processo de substituição da seiva a madeira deve ser tratada em no máximo 24 horas após o corte e é destinado a peças roliças. A figura 15 exemplifica o uso dessa técnica.

Pinheiro (2001) afirma que os tratamentos preservativos servem para proteger peças de madeira contra ações deterioradoras, e devem ser considerados com um investimento, pois traz benefícios como aumento de durabilidade, o que incentiva o emprego da madeira.



**Figura 15 - Processo de substituição de seiva.**

**Fonte: GALVÃO et al (2004).**

A tendência mundial atual é que se desenvolvam novos produtos preservativos da madeira que sejam eficientes e ao mesmo tempo menos agressivos ao meio ambiente.

## 2.8 DEFEITOS NA MADEIRA

As rachaduras e empenamentos associados às tensões internas que se manifestam após a derrubada das árvores representam um dos principais fatores relacionados à depreciação da madeira serrada de eucalipto, sendo comum o aparecimento de empenamentos durante o desdobro (COELHO, 2010).

A secagem rápida dos extremos das peças de madeira, em relação ao resto, causam as rachaduras nessas partes (rachas de topo), em casos mais graves podem tornar-se fendas levando a grandes perdas de madeira (MARTINS, 1988).

Segundo Coelho (2010) as rachaduras de topo e os empenamentos comprometem o aproveitamento da madeira, restringem o comprimento e a

larguras das tábuas e lâminas o que diminui o rendimento em madeira serrada e laminada.

Na prática não é possível eliminar totalmente o problema das tensões de crescimento em toras de eucalipto podendo se apenas minimizar os seus efeitos, adotando-se alguns procedimentos que vão desde o abate da árvore até o desdobro das toras. As consequências das tensões de crescimento são piores quanto mais tempo à tora permanece no pátio sem ser desdobrada, sendo o ideal abater a árvore, transportá-la e desdobrá-la o quanto antes (COELHO, 2010).

O colapso resulta da dificuldade de movimentação de água no interior da madeira o que promove a contração irregular entre os planos radial e tangencial das peças. Isso acontece acima do Ponto de Saturação das Fibras (PSF), em outras palavras isso ocorre com teor de umidade acima de 30%, sendo influenciado por características da própria madeira, como espécie, densidade e presença de extrativos (COELHO, 2010).

Martins (1988) resumidamente fala que empenos e rachaduras em geral são causados por diferenças de contração na madeira ao secar, por tensão hidrostática e por tensões de crescimento.

Martins (1998) subdivide os empenos em cinco formas: arqueamento, encurvamento, torcimento e forma de diamante (Figura 16).

Segundo Coelho (2010), rachaduras ocorrem quando a secagem é mais rápida da parte externa da peça em relação à parte interna, ou seja, acentuados gradientes de umidade nas peças resultam no aparecimento de rachaduras.

Como a madeira de eucalipto é uma espécie de crescimento rápido ela possui níveis elevados de tensão de crescimento, o que pode ocasionar durante a secagem perdas devido à presença de nós, rachaduras, fendilhamentos e empenamentos (YUBA, 2001).

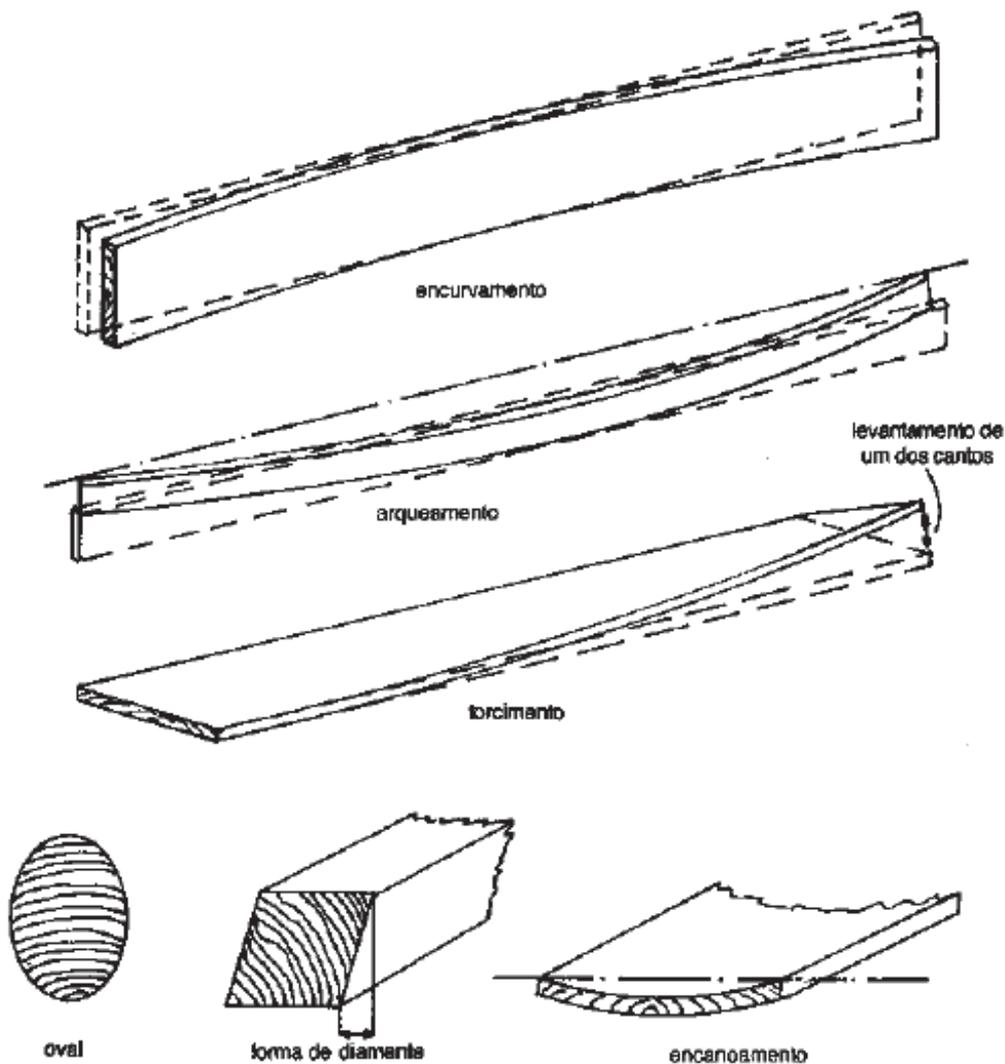


Figura 16 - Formas mais comum de empenos na madeira.

Fonte: SIMPSON (1983) apud MARTINS (1988).

Coelho (2010) define os empenamentos como distorções no comprimento da peça, decorrentes das tensões internas da madeira, grã irregular e outros problemas. Além disso, Coelho (2010) completa dizendo que os empenamentos se subdividem em arqueamento, quando ocorre ao longo do comprimento da face da peça, encurvamento, quando ocorre ao longo do comprimento da peça e, encanoamento, quando há diferença de contração entre as faces radial e tangencial de uma tábua.

### 3. METODOLOGIA

Este capítulo visa determinar o método utilizado para a realização da pesquisa, assim como as ferramentas e etapas do desenvolvimento do trabalho.

As etapas de trabalho empregadas se resumem em revisão bibliográfica, definição dos dados a serem buscados e elaboração do questionário, realização das entrevistas e visitas às serrarias (coleta de dados), análise e interpretação dos resultados, tabulação dos resultados, caracterização do mercado local de madeira serrada (conclusões) e elaboração do trabalho final. Essas etapas estabelecem a sequência lógica da pesquisa conforme demonstra o fluxograma na Figura 17.



Figura 17 - Fluxograma das etapas de pesquisa.

Fonte: O Autor, 2012.

A revisão bibliográfica foi feita para fornecer uma análise de estudos e levantamentos sobre o material madeira, o mercado nacional e internacional de madeira para a construção civil, o processamento da madeira, incluindo desdobro e secagem. Uma boa revisão bibliográfica possibilitou a identificação dos pontos chaves que promovem a qualidade e a valorização da madeira serrada. Isso tudo com foco na produção de madeira serrada, especialmente com finalidade para a construção civil.

O trabalho foi realizado em São Lourenço do Oeste, SC, onde foram visitadas as serrarias. Trata-se de um município localizado no noroeste catarinense (Figura 18), na divisa dos estados de Santa Catarina e Paraná, e possui um total de 21.792 habitantes conforme IBGE (2010).

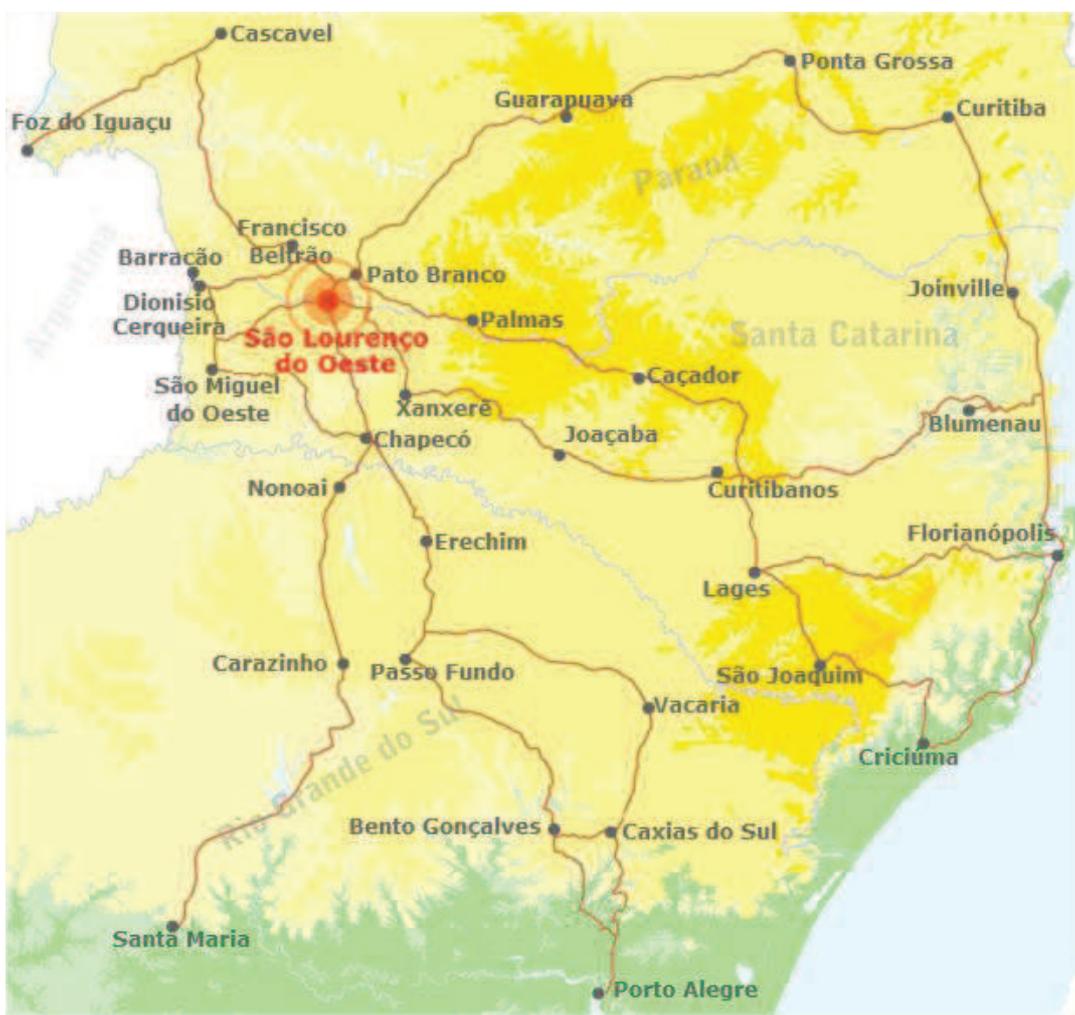


Figura 18 - Localização do município de São Lourenço do Oeste, SC .

Fonte: <http://www.saolourenco.sc.gov.br/municipio/14> (2013).

### 3.1 COLETA DE INFORMAÇÕES NAS EMPRESAS VISITADAS

A coleta de informações nas empresas foi realizada com a observação das instalações da empresa, através de questionário semiaberto, o qual pode ser visto no Apêndice A; e com perguntas direcionadas às empresas. Além disso, o questionário semiaberto foi respondido diretamente para o pesquisador, facilitando assim a elucidação das questões e também na percepção do mesmo quanto à realidade das serrarias.

As principais informações a serem obtidas com relação às empresas se referem a:

- Razão social e endereço da empresa;
- Nome e cargo da pessoa responsável que fornecerá as informações;
- Espécies comercializadas, quais as mais vendidas e se possível para qual uso;
- Maneira de aquisição da madeira (reflorestada ou não, de que região, direto dos produtores ou de intermediários) e se possível custo usual;
- Tipos de peças comercializadas conforme as suas dimensões (vigas, tábuas, pranchas, etc.) e acabamento (qualidade);
- Existência de padronização em relação às dimensões e a qualidade;
- Forma de desdobro da madeira (convencional ou técnicas modernas de serrarias) e maquinário utilizado;
- Em que umidade geralmente a madeira é vendida;
- É realizada a secagem da madeira, e caso seja feita como isso se realiza;
- Produção e capacidade de produção efetiva em metros cúbicos por ano e
- Eficiência do aproveitamento das toras.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificadas ao todo 5 serrarias que atuam no mercado local de São Lourenço do Oeste, SC. Porém, apenas 4 serrarias fizeram parte do desenvolvimento deste trabalho. Serão tratadas aqui como serrarias “A”, “B”, “C” e “D”; com a finalidade de manter a confidencialidade dos dados.

Para melhor apresentar e discutir os resultados eles serão apresentados individualmente para cada serraria, fornecendo um perfil individual delas e ao final irá ser apresentada a caracterização do mercado local de madeira para construção civil.

Vale ressaltar que os dados foram obtidos através de questionário semiaberto preenchido durante entrevista e visita do pesquisador as serrarias, sendo as informações repassadas por informante designado pelas empresas, o que pode ocasionar um viés em alguns pontos na pesquisa. Como é o caso das espécies serradas e comercializadas, já que não foi realizada a identificação botânica das mesmas por profissional qualificado.

### 4.1 PERFIL DA SERRARIA “A”

A serraria “A” (Figura 19) processa em torno de 360 metros cúbicos de madeira por mês, usualmente divididos igualmente entre os gêneros Eucalipto e Pinheiro Araucária. O preço médio da madeira serrada é em torno de 680,00 reais por metro cúbico, variando conforme as peças serradas e a espécie da madeira, sendo que as peças originadas de Pinheiro ficam com valores acima das originadas de Eucalipto.

As bitolas comercializadas pela empresa são várias, e foram determinadas pelos clientes e principalmente pela transmissão de conhecimento de geração para geração, portanto não são utilizadas normas específicas para a produção de madeira serrada como NBR 7203 e/ou NBR 14807.



**Figura 189 - Serraria "A".**

**Fonte: O Autor, 2013.**

Com relação à origem e procedência da madeira a empresa compra madeira reflorestada de diversos fornecedores. Os equipamentos utilizados para o desdobro na serraria são: serra fita principal, serra destopadeira e serra circular múltipla. O desdobro é feito através de cortes sucessivos e a otimização do desdobro depende da experiência do operador que controla o posicionamento da tora.

São serradas toras de diversos tamanhos e geralmente verdes, sendo que o diâmetro das toras de Eucalipto quase sempre fica acima de 25 centímetros. Além disso, as o comprimento médio das toras processadas é de 5 metros e 40 centímetros e de 4 metros para toras de Pinheiro e Eucalipto respectivamente.

A serraria não realiza a secagem da madeira serrada, não realiza a desseivação e a madeira processada não recebe tratamento químico. A madeira serrada em sua grande parte é entregue imediatamente ao cliente, uma parte fica ao ar livre sem proteção e uma minoria é armazenada em galpão apropriado.

A empresa não trabalha seguindo nenhuma norma técnica da ABNT, sendo a madeira processada certificada com Documento de Origem Floresta (DOF). O principal destino é a construção civil, principalmente para formas, escoramentos e/ou tapumes de obra. O percentual de resíduos gerados no

processo de desdobro da madeira fica entre 25 e 50% e são vendidos para terceiros.

#### 4.2 PERFIL DA SERRARIA “B”

A serraria “B” (Figura 20) processa em torno de 400 metros cúbicos de madeira por mês, sendo aproximadamente 90% de Pinheiro Araucária, e geralmente o restante de Eucalipto e raramente utilizando madeira de Pinus.



**Figura 2019 - Serraria "B".**

**Fonte: O Autor, 2013.**

A exemplo da serraria “A” esta empresa também não segue as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, sendo fornecidas bitolas comerciais que variam na sua espessura entre 1 a 3 polegadas e na sua largura entre 1 a 12 polegadas. Os preços podem variar, ficando entre 700 e 750 reais por metro cúbico na madeira serrada de Pinheiro e em torno de 400 reais por metro cúbico para a madeira serrada de Eucalipto.

A madeira processada é reflorestada e comprada de diversos fornecedores, além disso, foi relatada dificuldade em se encontrar madeira adequada para serrar na região levando a empresa a recorrer a localidades mais distantes, como Caçador-SC.

A empresa serra somente madeira verde com diâmetro médio entre 15 e 25 centímetros e comprimento aproximado de 5 metros e 50 centímetros através de cortes sucessivos e a busca do melhor aproveitamento das toras no desdobro é feita pela experiência do operador. São utilizados os seguintes equipamentos para o desdobro: serra fita principal, serra principal circular, serra circular dupla, plaina simples, plaina múltipla, serra refiladeira, desempenadeira e serra destopadeira.

Em nenhuma ocasião é feita a desseivação da madeira, porém é realizada a secagem da madeira ao ar livre sem mudanças quanto à espécie, até porque a empresa serra praticamente apenas uma espécie. Apesar de a empresa conhecer as técnicas de preservação a madeira processada não recebe nenhum tipo de tratamento químico.

Após processada a madeira permanece depositada na serraria entre um e dois meses normalmente ao ar livre sem proteção, em alguns casos é entregue imediatamente conforme a necessidade do cliente e algumas vezes é devidamente depositada em galpão apropriado.

O destino principal da madeira serrada é a construção, principalmente para formas, escoramentos e/ou tapumes de obra, sendo também muito utilizada na estrutura de telhados e para beneficiamento realizado pela própria empresa para uso como assoalho. Toda a madeira processada possui o Documento de Origem Florestal, mas por outro lado a serraria não trabalha com normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

#### 4.3 PERFIL DA SERRARIA “C”

Apesar de possuir capacidade para serrar 280 metros cúbicos (em toras) a quantidade de madeira processada pela serraria “C”(Figura 21) é de aproximadamente 50 metros cúbicos por mês. A produção de madeira serrada nesta serraria se divide da seguinte forma: 60% Eucalipto, 20% Pinus e 20% Pinheiro, algumas espécies nativas são serradas raramente para produtores rurais com o aval dos órgãos competentes, como a Fundação do Meio Ambiente de SC (FATMA).



**Figura 201 - Serraria "C".**

**Fonte: O Autor, 2013.**

Assim como nas outras serrarias a madeira serrada de Pinheiro possui o preço mais alto, ficando em torno de 650 reais por metro cúbico, seguido pela madeira de Eucalipto – 400 reais por metro cúbico – e por fim a madeira serrada de Pinus que custa 330 reais por metro cúbico. São vendidos em diversas bitolas conforme o pedido do cliente, não havendo uma padronização, além disso, a empresa não tem o conhecimento das normas técnicas NBR 7203 e NBR 14807.

A madeira normalmente é comprada de diversos fornecedores e de reflorestamento. São utilizados serra fita principal, serra circular dupla, plaina simples, plaina múltipla, serra refiladeira, desempenadeira, serra destopadeira e uma lixadeira para o desdobro e processamento da madeira. Geralmente se utilizam toras com diâmetro entre 25 e 35 centímetros com comprimento médio de 3,5 metros. É serrada somente madeira verde através de cortes sucessivos, sendo que o melhor aproveitamento das toras depende da experiência do operador.

A madeira depois de desdobrada é seca ao ar livre, sendo tomados cuidados específicos ao se secar a madeira de Eucalipto, por esta ter uma maior tendência a apresentar defeitos como empenamento e fendilhamento. Em nenhuma ocasião é realizada a desseivação da madeira e a mesma não recebe nenhum tratamento químico, apesar de conhecer algumas técnicas de preservação da madeira.

Após o processamento a madeira fica depositada ao ar livre e sem proteção geralmente por mais de 2 meses, em alguns casos é entregue imediatamente ao cliente. A empresa não trabalha baseando-se nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo que a madeira processada possui apenas o Documento de Origem Florestal (DOF).

Com relação ao uso da madeira serrada a principal utilização é na construção civil, sendo que a serraria fornece madeira para uma construtora que constrói casas inteiras de madeira. Ainda assim, a madeira é mais utilizada para formas, escoramentos e/ou tapumes de obra; a segunda maior utilização é para estruturas de telhados, seguida pela estrutura de edificações e assoalhos e forros, e por última usada para esquadrias.

O processamento da madeira nesta serraria resulta num volume de resíduos gerados que fica entre 25 e 50%, sendo que esses produtos são vendidos para terceiros.

#### 4.4 PERFIL DA SERRARIA "D"

O processamento de madeira em tora na serraria "D" (Figura 22) fica entre 300 a 400 metros cúbicos por mês, sendo que a sua capacidade é de 420 metros cúbicos por mês. Ao contrário das outras esta serraria serra em sua maioria Pinus, aproximadamente 50 %, sendo que o Eucalipto corresponde a 30 % da madeira serrada e o Pinheiro o restante.



**Figura 212 - Serraria "D".**

**Fonte: O Autor, 2013.**

Com relação às bitolas comercializadas a empresa não padroniza conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, fornecendo madeira serrada de diversas bitolas, variando conforme a espécie e a destinação da mesma. Os preços são divididos segundo a espécie e a qualidade da madeira, para o Pinheiro de 1ª Categoria custa em torno de 1000 reais por metro cúbico e de 2ª Categoria varia entre 700 a 750 reais por metro cúbico. Já o Eucalipto aplainado custa 550 reais por metro cúbico e o Eucalipto bruto 350 reais por metro cúbico, para a madeira de Pinus o preço é de 400 reais por metro cúbico.

As toras para processamento são compradas de diversos fornecedores sendo quase sempre de reflorestamento, exceto em alguns casos a madeira nativa é processada com liberação dos órgãos competentes.

Os equipamentos utilizados no desdobro da madeira são: serra fita principal para toras com diâmetro acima de 22 centímetros, serra fita principal para toras com diâmetro entre 14 e 22 centímetros, serra principal circular, serra circular dupla, plaina simples e serra destopadeira. São processadas toras com comprimento médio de 3 metros e todos os diâmetros, usa-se o desdobro com cortes tangenciais e com cortes sucessivos. Além disso, a otimização do desdobro depende unicamente da experiência do operador.

A empresa serra somente madeira verde, e normalmente realiza a secagem ao ar livre sendo raro quando utiliza a sua estufa (Figura 23) para secagem, o que acontece, segundo a empresa, em algumas ocasiões no inverno. Além disso, a madeira seca em estufa apresenta um custo maior de aproximadamente 80 reais por metro cúbico, mas ainda assim não são utilizados programas de secagem diferentes para cada espécie. Além disso, a desseivação da madeira não é realizada em nenhuma ocasião.



**Figura 223 - Estufa.**

**Fonte: O Autor, 2013.**

Amadeira processada nesta serraria recebe tratamento químico contra fungos sendo utilizado composto de tribomofenato de sódio, trata-se de um produto indicado pelo fabricante para tratamento contra fungos que causam manchamento e deterioração da madeira serrada. O tratamento é realizado através de um banho frio rápido (Figura 24) que é feito logo após a madeira ser serrada.



**Figura 234 - Banho frio.**

**Fonte: O Autor, 2013.**

A principal destinação da madeira serrada nesta serraria é para fábricas de estofados, segundo a empresa corresponde a 60% da madeira processada, o restante é destinado à construção civil. Para a construção civil a principal utilização é para formas, escoramentos e/ou tapumes de obra, sendo também muito usada nas estruturas de telhados, um pouco para assoalhos e forros e raramente como estruturas de edificações e esquadrias.

A empresa não conhece e não trabalha com normas técnicas, sendo que a madeira processada não possui certificação, apenas o Documento de Origem Florestal. Após processada a madeira fica depositada em galpão apropriado e em algumas ocasiões é entregue imediatamente, sendo que em média a madeira processada permanece entre um e dois meses na serraria.

Por fim, o percentual de resíduos provenientes do processo do desdobro do Eucalipto e do Pinheiro é de aproximadamente 25 % e do Pinus de 40 %, sendo que esses resíduos são vendidos para terceiros.

#### 4.5 CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO LOCAL DE MADEIRA SERRADA

O mercado local de madeira serrada caracteriza-se pela utilização de praticamente apenas três espécies: Pinheiro Araucária, Eucalipto e Pinus. Uma estimativa realizada com base na quantidade de madeira serrada e a porcentagem referente a cada espécie das quatro serrarias demonstra que a maioria da madeiraserrada é de Pinheiro (Figura 25).

Os resultados encontrados surpreenderam devido à alta quantidade de madeira serrada de Pinheiro Araucária, o que contrasta com as florestas plantadas no sul do Brasil, que conforme ABRAF (2012) a espécie de Pinus corresponde à maioria nos estados de Santa Catarina e Paraná.

## Espécies Comercializadas

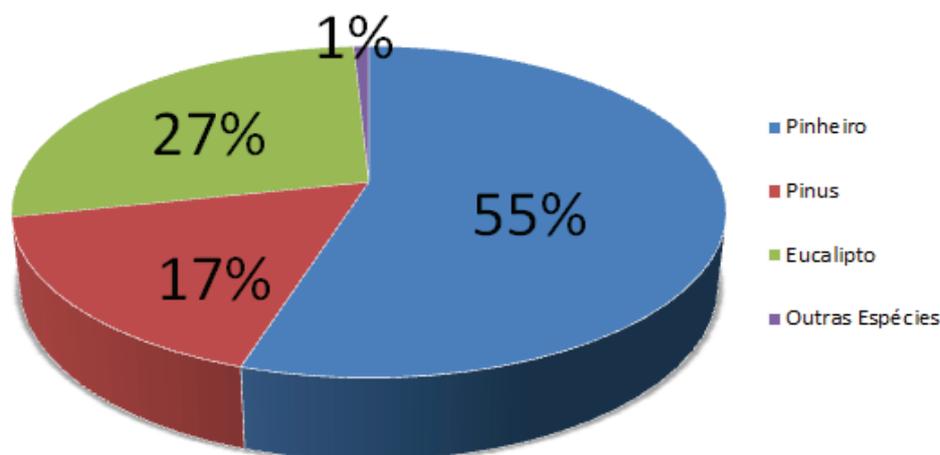


Figura 245 - Divisão da madeira serrada conforme as espécies.

Fonte: O Autor, 2013.

Com relação às bitolas comercializadas verificou-se que não há padrão nas dimensões comercializadas, sendo que nenhuma das serrarias pesquisadas se baseia nas normas de padronização - NBR 7203 e/ou NBR 14807. O mais grave trata-se que as empresas não possuem sequer o conhecimento a respeito das normas, o que pode representar um entrave comercial futuramente devido à possível implantação do Programa Nacional de Qualidade da Madeira – Madeira Serrada que segundo a ABIMCI (2009) irá definir parâmetros a serem verificados e critérios para aceitação.

Os preços encontrados variam de espécie para espécie e em uma serraria de acordo com a qualidade da madeira. Para a madeira serrada de Pinheiro os valores encontrados ficam entre 650 e 1000 reais por metro cúbico, para o Eucalipto entre 400 e 550 reais por metro cúbico e para o Pinus entre 330 e 400 reais por metro cúbico.

Quanto à secagem da madeira, apenas uma dentre as quatro serrarias não realiza a secagem, pois entrega a madeira imediatamente após ser serrada. A secagem normalmente é realizada ao ar livre, exceto em uma serraria que possui estufa, mas apesar disso não é realizado nenhum controle da umidade da madeira.

Trata-se de um ponto positivo para o mercado local de madeira serrada o fato de se encontrar madeira seca o que diminui a quantidade de defeitos na

madeira e aumenta a sua durabilidade. Por outro lado, alguns defeitos também podem ser ocasionados pela secagem inadequada da madeira, fato que poderia ser reduzido se fossem utilizados programas de secagem para cada espécie diferente, o que não ocorre nessas serrarias. Isto reafirma Fagundes (2003) que diz que a falta de conhecimento do comportamento à secagem ainda é uma barreira a ser superada para se promover o uso da madeira de florestas plantadas.

Outro ponto importante detectado e que compromete a utilização da madeira serrada na construção civil é o fato de não haver tratamento preservativo na maioria das serrarias pesquisadas, e naquela em há tratamento este é apenas contra fungos.

Pode-se classificar as serrarias pesquisadas como convencionais, já que conforme Manhiça (2010) nessa categoria se encontram as serrarias onde o desdobro não é baseado em modelos de corte nas suas operações. Além disso, a otimização do desdobro é dependente da experiência dos operadores, o que muitas vezes pode não ser o melhor. Sugere-se um estudo mais aprofundado em relação a isso, até mesmo com a implementação de programas otimizadores de desdobro, e que assim se avalie a influência no rendimento da serraria e também o seu custo benefício. Pode inclusive ser avaliada a possível diminuição dos resíduos resultantes do processo de desdobro.

A origem da madeira segundo as empresas é de diversos fornecedores e na grande maioria de reflorestamento. A principal destinação da madeira serrada é para a construção civil, sendo utilizada principalmente para usos menos nobres como formas e escoramento, em seguida vem o uso para estruturas de telhados e depois para assoalhos e forros, sendo muito pouco utilizada para outros fins.

Isto corrobora Fagundes (2003) quando este afirma que a construção civil utiliza a madeira para usos provisórios e que o consumidor brasileiro tem dificuldade em encontrar alguns tipos de peças para a construção, acabando, algumas vezes, tendo que realizar o beneficiamento da madeira por não haver no mercado madeira já beneficiada.

Com relação ao conhecimento e utilização das normas técnicas para produção de madeira serrada nenhuma entre as 4 serrarias mostrou-se

conhecedora das mesmas. Fator alarmante para o mercado local, pois demonstra que não vem acompanhando a evolução do mercado brasileiro e torna-se mais defasado ainda quando comparado com o mercado de madeira em outros países. Verificou-se também que não existe a padronização das bitolas comerciais.

## 5. CONCLUSÃO

Após a realização desta pesquisa verificou-se que o mercado local de madeira serrada caracteriza-se pela comercialização de madeira de 3 espécies: Pinheiro, Eucalipto e Pinus; normalmente seca ao ar livre mas sem controle de umidade; com preços que variam entre 330 e 1000 reais, dependendo principalmente da espécie; e sem padronização de bitolas comerciais, fato que dificultou o trabalho e inviabilizou a obtenção dos dados sobre as peças comercializadas e as suas respectivas dimensões.

A principal destinação da madeira serrada localmente é para construção civil, principalmente para usos provisórios. Dentre as serrarias pesquisadas apenas uma realiza o tratamento da madeira, fato que compromete a sua utilização para fins mais nobres. Relacionando-se essas informações fica uma pergunta em aberto: a madeira não é mais industrializada pelo fato de ser utilizada para fins menos nobres ou é o contrário?

As serrarias pesquisadas podem ser classificadas como convencionais, já que não são utilizados métodos modernos de desdobro, sendo que o melhor aproveitamento da tora durante fica dependendo da experiência do operador. Além disso, as normas técnicas existentes não são utilizadas e nem conhecidas por parte das empresas.

A melhor maneira para a comercialização de madeira serrada seria com padrões de medidas, umidade controlada, com classificação visual (análise estética) e classe de resistência indicada no caso de peças de madeira para fins de estrutura de edificações. Isso é realizado no mercado nacional por empresas que seguem a norma ABNT NBR 14806 (2002) e largamente difundido no mercado internacional, onde se pode observar a utilização de estampa nas peças para passar essas informações aos clientes. Com isso, conclui-se que o mercado local de madeira serrada para a construção civil está longe do ideal, encontrando-se defasado tanto ao mercado internacional quanto ao mercado nacional.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. de. **Indicação de programas para a secagem convencional de madeiras**. Dissertação. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2000.

ABIMCI (Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente). **Fluxograma de produção de madeira serrada**. Artigo técnico nº 18. 2004.

ABIMCI (Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente). **Estudo setorial 2009 ano base 2008**. 2009.

ABRAF, **Anuário estatístico da ABRAF 2012 - ano base 2011 / ABRAF**. Brasília: 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7203: Madeira serrada e beneficiada**. Rio de Janeiro: 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 14806: Madeira serrada de eucalipto - requisitos**. Rio de Janeiro: 2002.

BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. **Novos produtos para o tratamento preservanteda madeira. “Perspectivas da pesquisa e utilização.”** Curitiba: Floresta, 2006.

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento**. Dissertação. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção: novos materiais para construção civil**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. 2 v.

BM TRADA CERTIFICATION. **STRENGHT GRADED TIMBER**. London, 2000. Disponível em: <<http://www.stta.org.uk/Resources/Trada2.pdf>> Acesso em: 19 dez. 2012.

BM TRADA CERTIFICATION. **What does a grade stamp look like?** London, 2000. Disponível em: <<http://www.trada.co.uk/faq/viewAnswer/283F6D6D-494D-415C-957A-41A17A4D6F3C>> Acesso em: 10 jan. 2013.

COELHO, C. A. S. **Qualidade da madeira serrada de Eucalyptus grandis, procedente da região sul do Rio Grande do Sul.** Trabalho de Conclusão de Curso. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2010.

FAGUNDES, H. A. V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul.** Dissertação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

FARAH, L. C. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** Tese. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1992.

GALVÃO, A. P. M. **Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil.** Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. n.11. Piracicaba: IPEF, 1975.

GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P.P. **Processos práticos para preservar a madeira.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2010: resultados gerais da amostra.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>> Acesso em: 15 jan. 2013.

JUNIOR, A. A. C. **Inovação tecnológica na obtenção de madeira serrada de pinus com uso de programa otimizador de desdobro.** Tese. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

MARTINS, V. A. **Secagem de madeira serrada.** Brasília, IBDF/DPq – LPF, 1988.

MANHIÇA, A. A. **Rendimento e eficiência no desdobro de Pinus sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte.** Dissertação. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010.

MORIKAWA, D. C. L. **Métodos construtivos para edificações utilizando componentes derivados da madeira de reflorestamento.** Dissertação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

PETRAUSKI, S. M. F. C. et al. **Competitividade do Brasil no mercado internacional de madeira serrada**. Artigo. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2011.

PINHEIRO, R. V. **Influência da preservação contra a demanda biológica nas propriedades de resistência e de elasticidade da madeira**. Tese. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2001.

PFEIL, W. **Estruturas de Madeira**. 5 ed. revisada. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

REMADE (Revista da Madeira). **A retrabilidade da madeira**. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=26&subject=Retratibilidade&title=A%20Retratibilidade%20da%20Madeira](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=26&subject=Retratibilidade&title=A%20Retratibilidade%20da%20Madeira)> Acesso em: 10 jan. 2013.

RODRIGUES, R. A. D. **Variabilidade de propriedades físico-mecânicas em lotes de madeira serrada de eucalipto para a construção civil**. Dissertação. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA, C. da C. e. **Análise teórica e experimental de vigas de madeira de seção transversal "I" para uso em fôrmas**. Dissertação. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2010.

SILVA, J. de C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. Tese. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002.

WESTERN WOOD PRODUCTS ASSOCIATION. **Guide to understanding WWPA grade stamps and quality control identification**. Portland, 2001. Disponível em: <<http://www2.wwpa.org/Portals/9/docs/PDF/TG6.pdf>> Acesso em: 19 dez. 2012.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva de madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações**. Dissertação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

ZENID, G. J. **Identificação e grupamento das madeiras serradas empregadas na construção civil habitacional na cidade de São Paulo**. Dissertação. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1997.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Questionário informativo das serrarias.

**Empresa:.**

**Endereço:.**

**Fone:.**

**Informante:.**

**Cargo:.**

**1. Qual é o volume de madeira processada anualmente por esta serraria?**

.

**2. Quais são as espécies de madeiras processadas e comercializadas?**

Espécie	%	Destinação*

\*Destinação: qual é o destino da madeira processada, pode ser mais que um.

**3. Quais são as bitolas comercializadas e os seus respectivos preços?**

Peças	Espessura (mm)	Largura (mm)	Preço (R\$/m <sup>3</sup> )
Pranchão			
Prancha			
Pranchinha			
Viga			
Caibro			
Tábua			
Sarrafo			
Ripa			
Ripão			
Pontalete			
Quadrado			

Quadrado			

**4. A empresa utiliza e/ou conhece as normas para padronização das dimensões de peças de madeira serrada (NBR 14807, NBR 7203 e NBR 7190)?**

- ( ) sim, conhece e utiliza  
 ( ) sim, conhece mas não utiliza  
 ( ) não tem conhecimento das normas

**5. Qual é a origem da madeira processada?**

- ( ) mata própria  
 ( ) fornecedores associados  
 ( ) compra de diversos fornecedores  
 ( ) outra(s) \_\_\_\_\_.

**6. Qual é a procedência da madeira?**

- ( ) reflorestamento  
 ( ) madeira de lei (Amazônia)  
 ( ) reaproveitamento  
 ( ) outra(s) .

**7. Qual(is) o(s) tipo(s) de serra(s) e equipamento(s) utilizado(s) pela serraria para o desdobro da madeira:**

- ( ) serra fita principal                      ( ) plaina simples  
 ( ) serra fita dupla                            ( ) plaina múltipla  
 ( ) serra fita múltipla                        ( ) serra refiladeira  
 ( ) serra principal circular                ( ) desempenadeira  
 ( ) serra circular dupla                      ( ) serra destopadeira

serra circular múltipla  outros \_\_\_\_\_.

**8. O diâmetro médio das toras que são processadas na serraria é:**

- entre 15 e 25 cm  entre 25 e 35 cm  
 acima de 35 cm  todos os diâmetros  
 outro diâmetro, cm.

**9. O comprimento médio das toras que são processadas é: \_\_\_\_\_ m.**

variável

**10. Como é feito o desdobro da madeira:**

- cortes tangenciais  
 cortes sucessivos  
 cortes radiais  
 outra maneira, .

**11. É realizado algum processo para otimizar o desdobro da madeira:**

- sim, com a utilização de softwares específicos  
 sim, analisado manualmente  
 sim, apenas pela experiência do operador  
 não é feito nenhum processo

**12. O percentual usual de umidade da madeira serrada é:**

- 10 e 20%  entre 20 e 30%  
 acima de 30%  não cuida a umidade da madeira  
 serra somente madeira verde

**13. É realizada a secagem da madeira verde?**

- Não faz a secagem  
 Sim, seca ao ar livre  
 Sim, seca em estufa  
 Sim, outro método - \_\_\_\_\_

**14. São utilizados programas de secagem da madeira específicos conforme cada espécie?**

- Sim, a secagem da madeira é feita com programa específico para cada espécie
- Não, a secagem é feita de maneira igual para qualquer espécie
- Não faz a secagem da madeira

**15. É realizada a desseivação ou lixiviação da madeira serrada?**

- Sim, sempre é realizada a desseivação
- Sim, mas só em algumas ocasiões
- Não faz a desseivação da madeira

**16. A madeira processada recebe algum tipo de tratamento:**

- sim, tratamento químico contra fungos
- sim, tratamento químico contra insetos
- sim, tratamento químico contra apodrecimento
- não recebe tratamento químico
- outro tipo de tratamento.

**17. Se sim, qual o tipo de tratamento é mais utilizado:**

- Creosoto
- Alcatrão de hulha
- CCA
- CCB
- ACA
- Compostos de Boro
- Outro:\_\_\_\_\_.

**18. Se sim, qual o método de tratamento é utilizado:**

- Processo industrial, com controle de temperatura e pressão
- Banho quente-frio
- Banho frio
- Substituição de seiva
- Pincelamento

( ) Outro: \_\_\_\_\_.

**19. A empresa conhece as técnicas de preservação da madeira:**

- ( ) Sim
- ( ) Não

**20. Qual o percentual de resíduos gerados no processo de desdobro da madeira:**

- ( ) menos de 25%
- ( ) entre 25 e 50%
- ( ) entre 50 e 75%
- ( ) não tem noção do volume de resíduos

**21. Os produtos que sobram (resíduos) na serraria:**

- ( ) são vendidos para terceiros
- ( ) são doados para terceiros
- ( ) permanecem depositados na área da serraria
- ( ) são queimados para a produção de energia para a serraria ou estufa para secagem
- ( ) são queimados na serraria

**22. A madeira processada e seus produtos tem algum tipo de certificação?**

- ( ) não
- ( ) sim, qual(is)?.

**24. A madeira após processada é depositada:**

- ( ) ao ar livre sem proteção
- ( ) ao ar livre com proteção
- ( ) em telheiro ou galpão apropriado
- ( ) entregue imediatamente à transportadora
- ( ) entregue imediatamente ao cliente

**25. Destino principal da madeira processada:**

- construção civil
- indústria moveleira
- indústria de chapas de madeira
- construções rurais ou eletrificação (rede elétrica)
- exportação
- outros

**26. No caso de madeira destinada a construção civil, ordene os principais destinos (usos):**

- formas, escoramentos e/ou tapumes de obra
- estruturas de edificações
- estruturas de telhados
- esquadrias
- tábuas ou tacos para assoalhos, decks de piscinas, forros, rodapés, entre outros

**27. Depois de processada a madeira fica depositada quanto tempo na serraria:**

- entregue imediatamente
- menos de um mês
- entre um e dois meses
- mais de dois meses

**28. A serraria utiliza algumas normas técnicas para produção de madeira serrada:**

- não, mas conhece as normas, quais? \_\_\_\_\_.
- não, e não conhece as normas
- sim, quais? \_\_\_\_\_.