

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a crescente preocupação ambiental quanto à derrubada das florestas nativas e conseqüente perda de diversidade é preocupação mundial. Estes efeitos têm como grande responsável o homem, com a exploração desenfreada da flora natural, sem nenhuma preocupação restauradora. Desta forma, a entrada de espécies exóticas vem de contribuir e dar alternativas para a pressão que existe sobre as florestas nativas, e assim, com o melhoramento genético e escolhas de espécies que se adaptam ao local tornam-se opções muito viáveis aos empresários do setor florestal.

Cada vez mais as serrarias estão preocupadas em obter um produto legal, sendo com o manejo sustentável de madeiras nativas ou com a utilização de toras provindas de florestas plantadas como as do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. Ainda quando teve início os plantios de *Eucalyptus* no Brasil, proprietários de terras tiveram a coragem de fazer o plantio desordenado e sem práticas de manejo, e hoje colhem lucros através de pequenas serrarias que compram essas toras para desdobro.

A busca do conhecimento de técnicas de desdobro que propiciem melhores aproveitamentos é de vital importância ao mercado florestal. Com a necessidade de desdobrar a matéria prima que estiver à disposição, em termos de qualidade das toras, defeitos, irregularidade de diâmetros e entre outros, as pequenas e médias empresas do setor madeireiro fazem o possível para maior e melhor aproveitamento e obter um produto final de melhor qualidade.

O rendimento de uma madeira está relacionado a diversos fatores, entre eles o material disponível, técnicas de colheita e transporte, e mais ligada com a qualificação do serviço, qualidade e incentivo dos colaboradores, eficiência das serras, metodologias de secagem e disposição da madeira no pátio de secagem.

O aproveitamento de uma madeira caracteriza a quantidade e a qualidade do produto a venda. Para tanto, estudar e quantificar os dados referentes à produção são essenciais ao planejamento de pequenas serrarias. Assim, a necessidade de melhoria e qualificação dos profissionais empregados no

processo e a escolha de madeira manejada, seria uma alternativa para uma maior eficiência da serraria.

1. Objetivo

Quantificar e qualificar os dados referentes à produção de uma serraria de porte médio no município de São Gabriel, RS, Brasil, demonstrando a eficiência e rendimento no processo de desdobro, e a qualidade do produto final da cadeia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Gênero *Eucalyptus*

A utilização da madeira de eucalipto vem aumentando significativamente nas últimas décadas, de maneira similar, o volume de informações sobre as diferentes espécies vem crescendo (QUEIROZ et al, 2004).

Conforme Rocha e Tomaselli (2002), a utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* como fonte de matéria-prima para serrarias vem, cada vez mais, tornando-se uma interessante alternativa para as indústrias do setor. Dentre as espécies mais plantadas no Brasil, destacam-se o *Eucalyptus grandis*, principalmente na região Sudeste e o *Eucalyptus dunnii* em partes da região Sul onde ocorrem temperaturas mais baixas. É de grande destaque as tensões de crescimento, as quais se manifestam como defeitos, podendo citar: rachaduras de topo, e empenamentos.

São diversos fatores que impossibilitam o emprego do eucalipto como madeira para serraria no Brasil. Como o uso de espécies inadequadas, utilização precoce das árvores, escassez de informações sobre o manejo de povoamentos para serraria, estudos genéticos sem considerar a qualidade da madeira para desdobro e problemas ligados à tecnologia, estão interligados para o insucesso observado (GALVÃO, 1976).

Já para Oliveira (1999) o gênero *Eucalyptus* possui inúmeras qualidades, podendo ser representado por árvores com alta taxa de crescimento, plasticidade, forma retilínea do fuste, desrama natural e madeira com variações nas propriedades tecnológicas, adaptadas às mais variadas condições de uso.

Quando se pensa em espécies de rápido crescimento como alternativa para produção de madeira, o gênero *Eucalyptus* apresenta esta desenvoltura, sendo uma opção potencial das mais importantes não somente por sua capacidade produtiva e adaptabilidade a diversos ambientes, mas, sobre tudo, pela grande diversidade de espécies, sendo possível atender aos requisitos

tecnológicos de vários segmentos da produção industrial madeireira (LOBÃO et al, 2004).

O desenvolvimento da árvore ou a idade da madeira de espécies de rápido crescimento é de suma importância, sendo que as espécies de eucalipto utilizadas comercialmente apresentam rápido crescimento e têm sido utilizadas ainda possuindo grande quantidade de madeira juvenil. Este fato justifica o grande investimento em pesquisas para se aperfeiçoar processos que se adaptem às propriedades da madeira jovem de eucalipto e possam trazer benefícios, reduzindo perdas e custos de produção (AMPARADO, 2008).

2.2 Qualidade das toras

Conforme Galvão (1976), na prática, observa-se a facilidade de toras e toretes de árvores novas racharem-se ou fender-se durante ou após o desdobro. Esses defeitos se encontram nas árvores jovens e estão relacionados a tensões oriundas do crescimento.

Como a madeira é um material elástico toda a porção tracionada na árvore está alongada proporcionalmente à distribuição de tensões existentes e tenderá a encurtar-se no desdobro quando esta distribuição de tensões é aliviada. Analogamente a porção comprimida tenderá a alongar-se. No caso de tensões elevadas cita-se o aumento de diâmetro, acompanhado por rachaduras de extremidade, as quais têm sido tomadas como um indicador de seleção de árvores para serraria (GARCIA, 1995).

As tensões de crescimento manifestam-se logo após a derrubada e divisão da árvore em toras, momentos em que estas apresentam sérias rachaduras de topo. Na obtenção de madeira serrada as tensões de crescimento manifestam-se através de empenamentos e rachaduras nas peças serradas (ROCHA 2000).

O impacto das tensões sobre a madeira resulta no aparecimento de fendas, rachaduras de topo, e rachaduras internas, no momento em que a pressão (tensão) está sendo liberada, ou seja, no momento em que a árvore está sendo abatida. Em alguns casos, as árvores podem rachar com o impacto da

queda ao solo, durante a sua derrubada. Outros efeitos adversos são o tensionamento e a soldagem da serra na hora do corte, e defeitos da madeira devido às distorções que se desenvolvem durante a serragem e a secagem (LATORRACA, 2000)

Defeitos causados pelas tensões de crescimento são mais drásticos em madeira de baixa densidade, características de árvores jovens, ou árvores de rápido crescimento, comuns em florestas plantadas. Este fenômeno conhecido como tensões de crescimentos, não é uma característica intrínseca ao lenho juvenil, apesar de que as rachaduras e fendas são mais comuns nessas porções da árvore (LATORRACA, 2000).

Para Oliveira (1999) a conicidade de uma árvore pode ser definida como a relação entre os diâmetros das extremidades da tora dividida pelo seu comprimento.

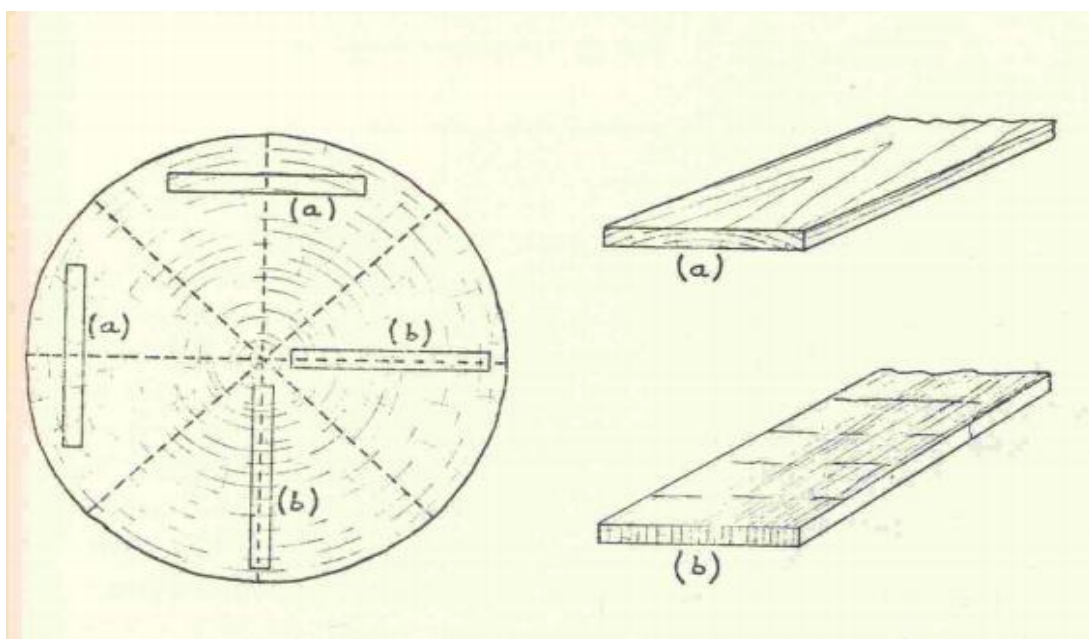
2.3 Técnicas de desdobro

Conforme Murara (2005), surge uma inovação para as novas serrarias, onde a utilização de serras de fitas é maximizada, caminhando para a mínima utilização de serras circulares.

As operações de processamento secundário podem ser definidas como redução das dimensões das peças ou o seu dimensionamento, quanto à espessura, largura e comprimento, sendo aquelas realizadas logo após o desdobro principal (FIEDLER, 2009).

Conforme Galvão (1976), para ter sucesso com a utilização da madeira de eucalipto para madeira serrada é necessário executar método de desdobro apropriado. Porém, é conveniente caracterizar o que sejam os raios lenhosos, anéis de crescimento, peças radiais e peças tangenciais, antes de discutirem-se as técnicas de desdobro. Os raios lenhosos e os anéis de crescimento podem ser observados, em algumas espécies, cortando-se transversalmente o tronco das árvores (Figura 1). Os raios podem surgir como cordões ou fios, unindo o centro do fuste à casca, enquanto os anéis de crescimento aparecem como anéis

concêntricos de madeira mais escura. As tábuas verdadeiramente radiais apresentam nos topos, os anéis de crescimento dispostos segundo um ângulo reto com a largura. No topo das tábuas tangenciais, os anéis, são aproximadamente paralelos à largura. Nas superfícies correspondentes às larguras, os desenhos formados pelos anéis são típicos, como se pode analisar na Figura 1, que mostra os raios e peças radiais (a) e tangenciais (b).



Fonte: Galvão, 1976.

FIGURA 1 – Representação esquemática de peças tangenciais (a) e radiais (b), podendo-se analisar a posição dos raios e dos anéis de crescimento em relação à face correspondendo à largura das pranchas.

Segundo Biasi e Rocha (2006), o aproveitamento máximo da matéria prima e a melhoria do nível tecnológico industrial é condição essencial para a conservação dos recursos florestais. Ainda é precário o investimento tecnológico para a atividade madeireira no Brasil, com o apoio poder-se-ia obter melhor o aproveitamento da matéria prima, especialmente no sistema avançado de utilização da madeira.

Para a utilização de técnicas modernas, o desdobro das toras é realizado em serras circulares de cortes duplos ou múltiplos resultando uma maior

velocidade de corte. Nestas operações, as toras são transformadas, em pranchões, semi blocos ou bloco. Desta maneira, obtêm-se uma alta produção, porem com muita perda de madeira na forma de costaneiras, as quais poderão ser transformadas em cavacos, no caso da serraria estar consorciada com uma indústria de celulose ou de chapas de partículas, ou então serem reaproveitadas em resserras de aproveitamento (ROCHA, 2002).

Conforme (MURARA, ROCHA e TIMOFEICZYK, 2005), são incalculáveis as serrarias que utilizam o sistema convencional de desdobro no país, em que as toras são desdobradas de acordo com critérios escolhidos pelo operador da máquina principal, é este quem define a melhor maneira de se desdobrar uma tora. Dessa forma, podem ocorrer elevadas perdas de matéria prima, devido à ausência de tecnologias apropriadas para o desdobro das toras, elevando o valor do processo, em função de que há a necessidade de se consumir maior volume de matéria-prima para produzir a mesma quantidade de produto serrado.

2.4 Influência do diâmetro

Segundo Ponce (1995), o eucalipto apresenta algumas características que realmente dificultam seu aproveitamento. Essas dificuldades não são, todavia, maiores do que as que apresentam a maioria das madeiras. O produtor de madeira brasileiro acostumado a trabalhar com toras de grande diâmetro de madeiras nativas nas serrarias tradicionais, ainda não se habituou à ideia de processar toras de diâmetros menores como de 15 a 20 cm, onde fica impossível obter tábuas de grande largura. O processamento dessas toras exige equipamentos específicos para que seja alcançada uma produtividade adequada.

É necessário à seleção de toras por classes diamétricas e ainda o estabelecimento de diagramas de corte, estes são fatores de importância primária, visando atingir níveis de rendimentos positivos para aquele determinado tipo de material que está sendo utilizado. Sendo assim, é possível aprimorar o rendimento em madeira serrada proporcionado para cada classe utilizada (MURARA, 2005).

O rendimento das toras para serraria é tanto mais elevado quanto maior for o diâmetro da tora. Assim, quanto mais cedo o povoamento atingir diâmetros elevados mais lucrativos será o empreendimento florestal. Para atingir este objetivo, os desbastes pesados e precoces são recomendáveis por estimularem precocemente o crescimento em diâmetro. Porém, a madeira produzida em idades jovens dos povoamentos, nos quinze primeiros anos de crescimento de *Eucalyptus grandis*, é de qualidade inferior com elevadas tensões de crescimento. Para aumentar a proporção de madeira de boa qualidade, e limitar a madeira de qualidade inferior a um pequeno cilindro central, devem-se começar executando desbastes leves inicialmente. Devem também ser atrasados, pelo menos para permitirem a retirada de madeira com dimensões adequadas e mais interessantes do ponto de vista comercial. Os desbastes devem ser leves até o décimo quinto ano e mais pesados após essa idade (FERREIRA, 2003).

2.5 Operações dos equipamentos

Para Souza et al (2007), a produtividade da serraria é influenciada por diversos fatores, podendo citar: a característica da matéria prima, a qualidade e o tipo de equipamento, o tamanho da planta e os tipos de produtos a serem produzidos. A diferença de forma e dimensões da tora leva o operador a ter que tomar decisões pessoais durante o processamento da madeira.

Com relação à redução do volume de matéria prima consumida, as serrarias têm apresentado variadas soluções como, por exemplo: manutenção correta de discos, fitas, volantes e carros, principalmente afiação e regulagem. E ainda a utilização de serras de fita com menor espessura de corte possível (MURARA, 2005).

A espessura é a variação mais crítica para o rendimento, porém, a utilização de equipamentos sem vibrações como os de serras delgadas, possibilita um bom rendimento. O autor salienta que as guias são peças fundamentais na precisão das serras de fita e serras circulares. Há um

compromisso predominante para reduzir a variação do processo, pois, controlar o processo é o caminho para assegurar a qualidade do produto (PONCE, 1995).

O sistema de desdobro convencional (nenhuma classificação diamétrica), utilizado pela serraria consiste na entrada das toras classificadas para esse sistema aleatoriamente, sendo que, na entrada da serra principal, elas são classificadas visualmente pelo operador da máquina. Através dessa classificação visual, o operador opta pelo melhor posicionamento da tora sobre o carro portadora, definindo o diagrama de corte a ser desenvolvido para cada uma. Após o desdobro, todas as tábuas obtidas de cada tora, separadas em suas respectivas classes diamétricas, são medidas para posterior obtenção dos rendimentos em madeira serrada (MURARA, 2005).

2.6 Eficiência e Rendimento

Inúmeras serrarias ainda não apresentam programas com a finalidade de controle de qualidade. Estes programas incluem estudos do processo produtivo, abrangendo o estudo da utilização do tempo sobre os percentuais do emprego dos tempos, da mão de obra utilizada, em diferentes atividades sendo estas produtivas e não produtivas (ABREU, LATORRACA e CARVALHO, 2005).

O processo convencional de desdobro de toras (para espécies nativas) é um processo extremamente lento. A trajetória da tora e das peças serradas dentro da serraria é pouco automatizada. Em função da variabilidade da matéria prima, resultando a baixa produção e eficiência (ROCHA e TOMASELLI, 2002).

A eficiência de uma serraria significa fatores ampliados como: fator tempo, mão-de-obra envolvida, produtividade, automação do processo e aspectos gerenciais e administrativos, correspondendo a uma indicação mais abrangente da serraria (MURARA, ROCHA E TIMOFEICZYK ,2005).

Conforme Biasi e Rocha (2006), a eficiência técnica e econômica dos processos de transformação do recurso florestal em produtos pela indústria madeireira é fator básico para sua sobrevivência. A indústria de transformação da madeira que não estiver preocupada em melhorar seus rendimentos e

consequentemente, reduzir seus custos de produção dando uma utilização total aos resíduos gerados no processo, assume um sério risco de perder em competitividade e paralisar as suas atividades.

O rendimento de uma serraria é determinado pela relação entre o volume de produto ao final da etapa de desdobro e o volume de madeira roliça que entrou no conjunto de serras. Para se obter o resultado o produto é quantificado pela contagem do número de tábuas com dimensões conhecidas e acompanhadas, calculado o volume final, o que é uma tarefa na qual se empregam tempo e mão-de-obra em demasia (SOUZA et al, 2007).

As indústrias madeireiras produzem além de seus produtos, grande quantidade de resíduos, apresentando um baixo rendimento, que dispersos ao meio ambiente podem trazer sérios problemas de poluição, especialmente, em sua incineração sem um prévio controle ambiental (DUTRA, NASCIMENTO E NUMAZAWA , 2005),.

A produção de madeira serrada de eucaliptos exige realmente certa técnica de desdobro que compatibilize a matéria prima e os equipamentos hoje existentes para garantir um bom rendimento a uma boa velocidade de avanço e principalmente, uma boa qualidade (GARCIA, 1995).

O baixo rendimento em madeira serrada obtido pelas serrarias tem dificultado a competição das indústrias de móveis na exportação, pois ainda utilizam tecnologias ultrapassadas e maquinários que não proporcionam bons rendimentos no desdobro da tora, por estarem desgastados ou mesmo utilizando ferramentas de corte com espessuras elevadas (MURARA, 2005).

Os rendimentos obtidos no processo de desdobro das toras em tábuas seguem os níveis de utilização nacionais, de 40% a 45%, sendo ainda um processo com muitas perdas, inviabilizando a operação em muitas situações, indicando a grande defasagem tecnológica do parque industrial (POLZL, 2003).

A necessidade de seleção de toras por classes diamétricas e o estabelecimento de diagramas de corte é de importância primária para que se consiga atingir níveis de rendimentos elevados para aquele determinado tipo de material que está sendo utilizado. Dessa maneira, é possível melhorar o rendimento em madeira serrada proporcionado por cada classe utilizada (MURARA, 2005).

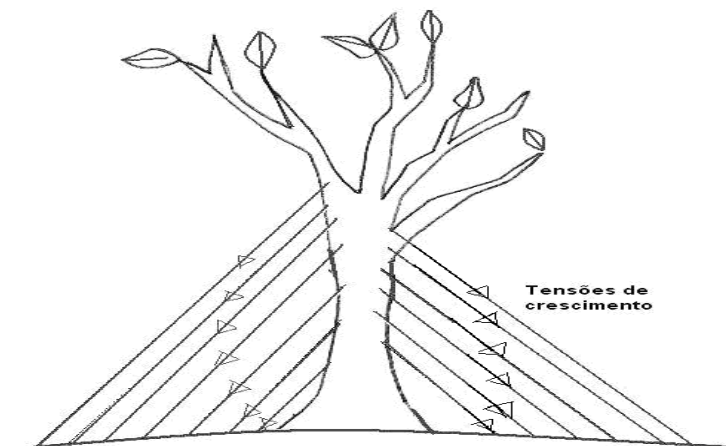
2.7 Qualidade da madeira serrada

Segundo Rocha (2000), a baixa utilização do eucalipto para obtenção de madeira serrada, é devido a algumas características que a tornam de difícil desdobro. Dentre estas características, as tensões de crescimento são as mais importantes, sendo responsáveis por vários defeitos como rachaduras de topo e empenamentos, que inviabilizam o seu uso. O mesmo salienta que para uma boa qualidade da madeira serrada de eucaliptos, é necessário que inúmeros fatores da pesquisa, como a escolha da espécie mais adequada, melhoramento genético e ainda o processamento de desdobro e forma de secagem apropriada.

Na madeira juvenil é comum a presença de fibras mais curtas e menor densidade que a madeira normal. Consequentemente tem propriedades mecânicas inferiores à madeira normal. A madeira juvenil ocorre tanto nas folhosas como nas coníferas, sendo que nas coníferas as diferenças entre madeira normal e madeira juvenil são maiores que nas folhosas (PONCE, 1995).

As tensões de crescimento (Figura 2) são um mecanismo apresentado pelas folhosas arbóreas para que permaneçam eretas (em pé) apesar da grande beleza de muitas delas. As tensões de crescimento são formadas no câmbio. As fibras, células do xilema têm uma diminuta contração longitudinal logo após a divisão celular. Essas contrações fazem com que as novas camadas de células estejam em condição de tensão de tração. Estas tensões nas partes mais externas dos fustes fazem o papel de armadura de aço nas colunas de concreto, sendo fundamentais para que os fustes das árvores não se quebrem facilmente quando submetidas a ventos ou outros esforços laterais. Os fustes das folhosas apresentam então a parte externa em tensão, e como consequência a parte interna em compressão. A tensão de compressão na parte interna pode ser tão alta que ultrapasse a tensão de ruptura, surgindo então às fraturas de compressão nas regiões centrais dos fustes. As consequências das tensões de crescimento são: tendência ao rachamento radial nas toras e nas peças

diametrais durante o desdobro e encurvamento das peças desdobradas (PONCE, 1995).



Fonte: Beltrame, 2010.

FIGURA 2- Desenho esquemático das forças das tensões de crescimento atuando para manter o equilíbrio da árvore.

Conforme Rocha (2000) é de consenso também que ao se reduzir ou minimizar os efeitos das tensões de crescimento, muitos dos problemas e defeitos que ocorrem no processamento do eucalipto são minimizados, proporcionando maior rendimento e qualidade da madeira serrada.

A contração e a expansão higroscópica da madeira são dois dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante a sua utilização, como consequência da mudança do teor de umidade. A magnitude das variações dimensionais depende de inúmeros fatores, como o teor de umidade, a direção estrutural (radial, tangencial ou longitudinal), a posição dentro da árvore, a densidade da madeira, a temperatura, o grau de estresse de secagem causada pelo gradiente de umidade, entre outros (OLIVEIRA e SILVA, 2003).

O tempo entre o início da secagem da madeira verde e a obtenção da umidade desejada depende de fatores que envolvem as características da própria madeira, da pilha, do pátio e das condições climáticas. A perda de umidade no início do processo é bastante rápida, por exemplo; o tempo necessário para secar um lote de madeira, ao ar livre, de 60 para 40% é bem menor do que o tempo de secagem de 40 para 20% (JANKOWKY, 1990).

As limitações da secagem ao ar livre estão geralmente associadas às condições atmosféricas. Particularmente na Região Sul do País, o processo é mais favorável no período da primavera/verão, quando a temperatura e insolação são mais intensas, e observa-se uma menor umidade relativa e precipitação (SANTINI e HASELEIN, 1992).

2.8 Defeitos da madeira serrada

Na operação de desdobro as tensões de crescimento apresentam-se na forma de rachaduras adicionais e empenamentos nas peças serradas nas toras. Outro defeito que pode ocorrer é o cerne quebradiço, resultante da excessiva tensão de compressão (ABIMCI, 2004).

Em função de determinadas características fisiológicas e anatômicas, o eucalipto, como muitas outras essências florestais, é uma madeira que exige uma secagem mais criteriosa. Nesta difícil fase por que passa a madeira, surge uma série de defeitos que inviabilizam o uso da mesma provocando uma forte queda no rendimento (ROCHA, 2000).

As rachaduras nas peças de eucalipto são verificadas, principalmente em tábuas retiradas próximas à medula. Sua ocorrência na madeira de eucalipto está associada às tensões de crescimento ou ao processo de secagem (ar livre ou em estufa) (ABIMCI, 2004).

Dentre os defeitos mais frequentes causados pelas tensões internas na madeira serrada de eucalipto encontram-se rachaduras de topo e ao longo da superfície da peça e ainda os empenamentos. Tais defeitos dificultam e podem inviabilizar a utilização do eucalipto para madeira serrada (ROCHA e TOMASELLI, 2002).

Segundo Assis (2009), rachaduras associadas a essas tensões de crescimento, juntamente com madeira juvenil, orientação das fibras e defeitos decorrentes do processo de secagem estão entre os principais entraves à utilização econômica de espécies de *Eucalyptus* para serraria. Além disto, o mesmo autor cita características importantes, diretamente ligadas à qualificação

da madeira serrada, tais como bolsas de resina, podridão de cerne e ataque de insetos constituem dificuldades adicionais. Portanto, a produção de madeira de eucalipto para atender com a qualidade as exigências das indústrias desse segmento deve considerar as possibilidades de melhoria, tanto das propriedades intrínsecas da madeira, como aquelas relacionadas ao manejo e ao processamento industrial.

2.9 Utilização da madeira serrada

Segundo Ponce (1995), o aproveitamento de florestas de rápido crescimento na produção de madeira serrada é fundamental na diminuição das concentrações de CO₂ na atmosfera, pois o gás absorvido da atmosfera e contido na madeira é imobilizado durante toda a existência da madeira, sendo tanto mais efetivo, quanto mais duradouro é a peça de madeira. Assim sendo, enquanto a madeira existe na forma de móveis, objetos de madeira, construções e componentes para edificações, a atmosfera terrestre estará com menor concentração de CO₂, o principal responsável pelo efeito estufa. Assim sendo, o uso do produto florestal como madeira sólida além dos benefícios econômicos e sociais, gera também conseqüências positivas para o meio ambiente.

Já para Dutra, Nascimento e Numazawa (2005), as indústrias madeireiras geram grande quantidade de resíduos, apresentando um baixo rendimento, que dispersos ao meio ambiente podem trazer sérios problemas de poluição, especialmente, em sua incineração sem um prévio controle ambiental.

Para Mayer (2008), é inegável que utilização da madeira das espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* oriunda de reflorestamentos é uma importante alternativa para a diminuição do uso de espécies nativas. Estes plantios desempenham função ecológica e econômica, pois contribuem para o alívio da exploração das florestas nativas. Estudos mostram que a madeira de eucalipto, se bem utilizada, apresenta qualidade competitiva no mercado e atende as exigências do mesmo.

Em princípio, as florestas atuais podem ser manejadas para a produção de madeira serrada através de, por exemplo, práticas de desbastes e podas. Contudo, o potencial de uso da madeira depende de suas características intrínsecas que podem ser avaliadas por amostragem, na prática a seleção deve ser feita com a madeira depois de serrada e seca. Para certos usos, tais como madeira para construção, embalagens e paletes, as florestas atuais, em princípio, podem ser usadas, desde que fatores econômicos tais como localização, produtividade, demanda etc, sejam favoráveis (PONCE, 1995).

A madeira serrada pode ser definida como peças obtidas por meio do desdobro de toras em serras, o que representa um tipo de transformação primária da madeira. Dependendo do formato e das dimensões das peças, os serrados possuem inúmeras definições, tais como: vigas, tábuas, pranchas, pontalotes, sarrafos, ripas e caibros. Os pisos de madeira maciça são peças molduradas empregadas na construção civil para revestimento. Nos últimos anos estes produtos tiveram um expressivo crescimento nas exportações brasileiras, superando a média mundial. Existem diversos tipos de pisos de madeira maciça, os quais assumem diferentes denominações de acordo com suas dimensões (ABIMCI, 2009).

Conforme Beltrame (2010), além dos usos tradicionais, como produção de polpa celulósica, chapas de fibras, moirões, dormentes, carvão vegetal e lenha, o gênero *Eucalyptus* vem se destacando também para usos mais nobres como na indústria moveleira e construção civil. O grande potencial do eucalipto para essas finalidades é devido à diversidade de espécies e alta capacidade de geração de clones e híbridos. Esta diversidade permite a introdução do gênero em programa de melhoramento genético, de condução da floresta, de manejo e uso de tecnologias adequadas de processamento e usinagem.

3. METODOLOGIA

3.1 Localização e caracterização geral da área de estudo

Fundada em 1978 a Madeireira Paraná encontra-se no município de São Gabriel, RS, situada próxima a BR 290. Empresa de característica familiar, conta com o apoio de 11 colaboradores, onde 5 deles participam diretamente do desdobro primário e secundário, sendo 3 para operação de serra fita e 2 para operação de refilo. Outros 2 colaboradores, estão na parte administrativa, um responsável pela compra da matéria prima e o outro como responsável pela equipe de funcionários e ainda pela venda de forma pratica no pátio de secagem das tábuas e outros produtos. A empresa conta ainda com colaboradores responsáveis pela criação de produtos advindos da criação da empresa como saleiros e casas volantes (Figura 3). A rotina de trabalho é de oito horas diárias.



A



B

Fonte- Autor, 2011.

FIGURA 3 – Produtos elaborados pelos funcionários da madeireira Paraná. A- saleiro; B- casa volante.

O desdobro de toras é diário (Figura 4). E estas toras são de origem do interior do município, onde os povoamentos não foram manejados e possuem em média 30 anos. O gênero de utilização é a madeira de *Eucalyptus spp.* Conforme

a proprietária do estabelecimento os clientes procuram a madeira serrada para tábuas de forro, construção civil, mangueiras, galpões, moirões, saleiro (utilizado para pecuária) entre outros.



Fonte- Autor, 2011.

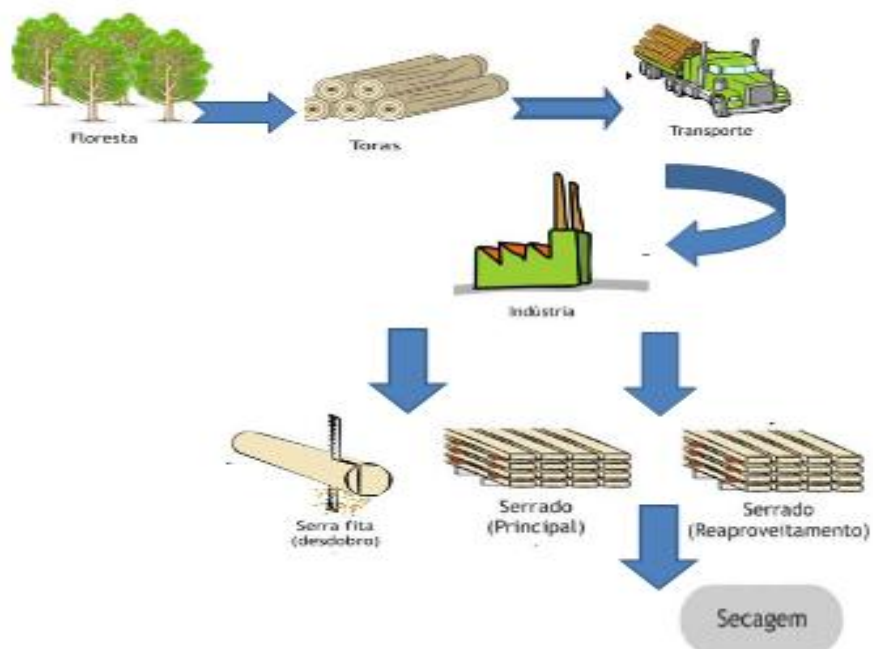
FIGURA 4 - Toras de eucalipto no estaleiro, aguardando para o desdobro.

O método de secagem é ao ar livre do tipo tradicional gradeada. Observando que a madeira fica pouco tempo no pátio de secagem, sendo vendida ainda antes da finalização da secagem tradicional, pois o consumidor prefere a madeira úmida, que desta maneira possui menos defeitos visuais, já que os defeitos são percebíveis após a secagem com o tempo ideal. A empresa conta com máquinas do tipo serra-fita, serra circular e serra destopadeira para o setor de desbobo. Recentemente foi adquirido um caminhão (Figura 5) para facilitar a busca de toras e minimizar custos facilitando as operações da cadeia, sendo possível observar na Figura 6 os passos para a produção de madeira serrada. Os funcionários qualificam a madeira serrada por classes de qualidade, em primeira e segunda classe, por seleção de forma prática em relação às rachaduras e empenamentos. De forma que a primeira classe atribui maior valor comercial.



Fonte- Autor, 2011.

FIGURA 5 - Caminhão utilizado pela empresa para busca das toras.



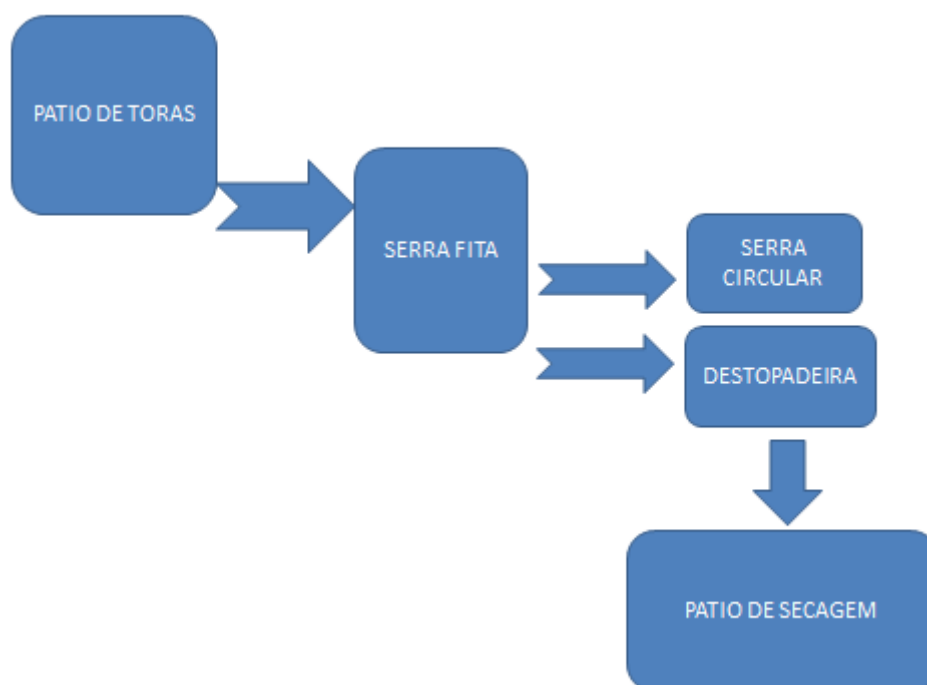
Fonte: ABIMCI (2009), adaptada pelo autor.

FIGURA 6 - Fluxograma Esquemático de Obtenção de Madeira Serrada, adaptado para serrarias.

3.2 Serraria

3.2.1 Layout do desdobro primário e secundário

A madeira Paraná conta com um pátio de estocagem de toras conforme o layout demonstrado na Figura 7, aonde estas chegam diariamente. Logo são passadas para uma fila de espera para desdobro no estaleiro, após é iniciado o desdobro primário onde o operário da serra fita escolhe a melhor forma de aproveitamento das toras, os operários da serra circular procuram o melhor aproveitamento das tabuas, moirões e tramas em relação ao comprimento e largura, já que procuram diminuir defeitos como rachadura de topo, com destopadeira, em comprimentos estabelecidos, conforme a finalidade da madeira.



Fonte- Autor, 2011.

FIGURA 7 - Layout do desdobro primário e secundário da Madeira Paraná.

3.2.2 Rendimento da madeira serrada

Para análise do rendimento da madeira serrada foi feita uma relação entre o volume do produto final e a quantidade de madeira roliça que entrou na serraria, através da contagem das tabuas e mensuração das dimensões das mesmas. Dessa forma foi possível calcular o volume final.

As toras foram divididas em três classes de diâmetro, Classe 1 (24 cm a 33 cm), Classe 2 (33 cm a 45 cm) e Classe 3 (\geq 45 cm). Sendo avaliado o rendimento por classe de diâmetro e diário.

3.2.2.1 Rendimento da serraria

Segundo Garcia (1988) *apud* Lima (2003) *apud* Filho (2006), o rendimento está diretamente ligado à produção de madeira. Conforme os autores madeiras de coníferas tem rendimento de 55 a 65% e madeiras de folhosas, rendimento de 45 a 55 %.

$$R = (V_m/V_t) * 100$$

Onde:

R: Rendimento de madeira serrada (%);

V_m: Volume de madeira serrada (m³);

V_t: Volume de toras (m³);

a) Obtenção do volume da madeira roliça

Para calcular o volume de toras utilizou-se a metodologia de Murara, Rocha e Timofeiczuk (2005), onde foi mensurado o diâmetro da ponta fina e o diâmetro da ponta grossa, o diâmetro médio foi utilizado para o cálculo do volume. As toras foram mensuradas com a casca. Depois de tomadas as medidas de todas as toras, para obtenção do volume real foi utilizada a seguinte equação:

$$V = \frac{\pi \times D^2}{40000} \times L.$$

Onde:

V = volume da tora (m³)

D = diâmetro médio da tora (cm)

L = comprimento da tora (m).

b) Obtenção do volume de madeira serrada

Para o cálculo do volume de madeira serrada, todas as tábuas obtidas, foram separadas por tora, tiveram suas espessuras, larguras e comprimentos medidos (MURARA, ROCHA E TIMOFEICZYK , 2005) . Foi tomada a espessura através de um paquímetro, e medidas a largura e comprimento através de uma trena. O volume de cada tábua foi determinado através da equação:

$$V_t = E \times L \times C$$

Onde:

V_t = volume da tábua (m³);

E = espessura da tábua (m);

L = largura da peça (m);

C = comprimento da tábua (m).

3.2.2.2 Eficiência da serraria

Segundo Garcia (1988) *apud* Lima (2003) *apud* Filho (2006), a eficiência da serraria é a relação entre o volume de toras desdobradas por dia e número de operários da serraria.

$$E = V_t/N$$

Onde:

E: Eficiência (m³/operários);

V_t: Volume de toras (m³);

N: Números de operários da serraria.

3.2.2.3 Eficiência da serra fita

Para obter a eficiência da serra fita (Figura 8), foi submetida segundo a metodologia de Filho (2006) a equação da relação entre o volume de toras desdobradas por dia e o n^o de horas da rotina de trabalho.

$$E_s = (V_t/H)$$

Onde:

E_s: Eficiência da serra de fita;

V_t: Vume de toras (m³);

H: n^o de horas da rotina de trabalho



Fonte- Autor, 2011.

FIGURA 8: Serra fita e carro porta toras utilizadas para desdobro primário da madeira Paraná.

3.2.2.4 Desdobro das toras

As toras foram acompanhadas desde o desdobro primário, passando pela serra fita, onde foram feitos os primeiros cortes (costaneiras e a primeira tábua), ou a forma que o operador achou melhor para o aproveitamento máximo da matéria prima. Esse processo originou tábuas, moirões, tramas, conforme o aproveitamento das toras. Logo em seguida, as peças cortadas passaram ainda pelo desdobro secundário onde foi dado o tamanho final das peças. Estas foram mensuradas para calculo do rendimento e avaliadas quanto à qualidade da madeira serrada úmida. Em seguida foram dividas em classes de qualidade pelos funcionários e enviadas ao pátio para processo de secagem do tipo convencional (ao ar livre). A figura 9 apresenta a sequência das operações de desdobro.



Fonte- Autor, 2011.

FIGURA 9- Sequência de operações para o desdobro. A - desdobro primário; B - desdobro secundário (refilo); C - carro porta tábuas.

3.2.3 Avaliação da qualidade da madeira serrada

Na avaliação da madeira serrada (tábua úmidas) foram avaliadas as tabuas com as seguintes medidas: 2,5 cm de espessura, 20 centímetros de largura e comprimento entre 2 metros a 3, 5 metros. As mesmas foram analisadas conforme iam sendo desdobradas. A avaliação compreendeu a análise de rachaduras de topo, rachaduras de superfície e empenamentos (arqueamento, encanoamento, encurvamento).

Após a avaliação, compararam-se os valores obtidos com os valores sugeridos na Norma para Classificação de Folhosas, do IBDF- Classificação pela pior face (Brasil 1983). Foram considerados os defeitos acima dos permitidos para a 4ª classe.

a) Rachaduras de topo

Seguindo a metodologia de Rocha (2000) as rachaduras de topo foram avaliadas pela equação:

$$\text{IRT} = (I_1 + I_2 + \dots + I_n) / L_1 \times 100$$

Onde:

IRT = índice representativo das rachaduras, %.

$I_2 + I_3 + \dots$ = comprimento individual das rachaduras, mm.

L_1 = comprimento total da peça, mm

Para a classificação das rachaduras, foi utilizada a Norma do IBDF de Brasil (1983), levando em consideração os valores máximos permitidos para o IRT (Índice de Rachadura de Topo), $\text{IRT} \leq 20\% L_1$, sendo este índice o máximo permitido para madeira de 4ª classe.

b) Rachaduras de superfície

As rachaduras de superfície, que ocorreram nas tábuas, foram avaliadas visualmente no momento em que as tabuas foram desdobradas, quantificando o número de peças em que o defeito se fez presente. Os resultados foram apresentados na forma de porcentagem do número de peças afetadas.

c) Arqueamento

As medidas de arqueamento foram obtidas conforme a Figura 10. E o valor do arqueamento pode ser determinado utilizando-se a seguinte equação (ROCHA, 2000):

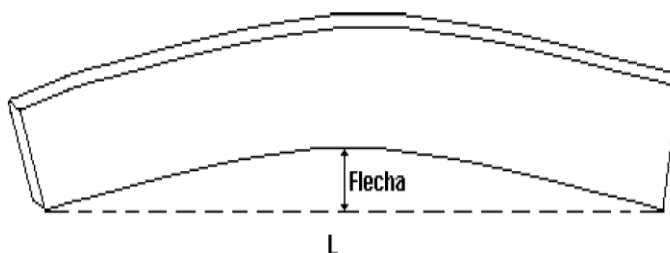
$$A=f/c$$

Onde:

A = Arqueamento (mm/m)

f = Flecha de arqueamento (mm)

c = Comprimento da peça (m)



Fonte: Rocha, 2000.

FIGURA 10- Procedimento adotado para medição do arqueamento das tábuas.

d) Encurvamento:

O encurvamento foi medido conforme a Figura 11. Seu valor foi determinado utilizando-se a seguinte equação (ROCHA, 2000):

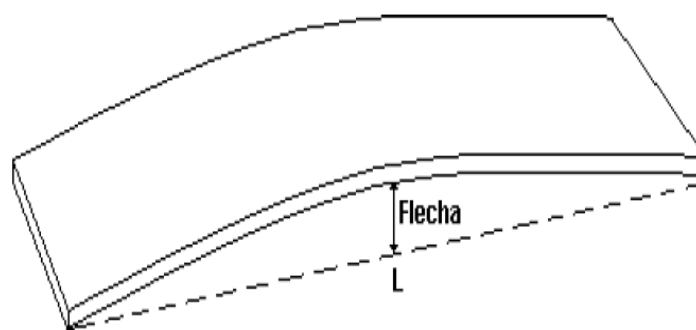
$$E_v = f/c$$

Onde:

E_v = Encurvamento (mm/m)

f = Flecha de encurvamento (mm)

c = Comprimento da peça (m)

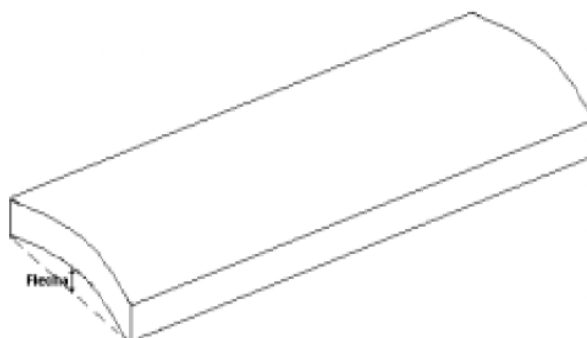


Fonte: Rocha, 2000.

FIGURA 11- Procedimento adotado para medição do Encurvamento das tábuas.

e) Encanoamento

O encanoamento foi medido conforme a Figura 12, e seus valores foram apresentados como sua flecha máxima em milímetros (ROCHA, 2000).



Fonte: Rocha (2000).

FIGURA 12 - Procedimento adotado para medição do encanoamento das tábuas.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento e eficiência da serraria

Para a eficiência da serraria obteve-se o resultado de 1,45 m³ de madeira desdobrada por operário, considerando os 5 (cinco) colaboradores envolvidos diretamente com o desdobro. Já para eficiência da serra fita obteve-se o valor de 0,91m³ por hora. Em estudo semelhante Filho (2006) obteve o resultado para eficiência da serraria o valor de 1,42 m³ por trabalhador por dia, e para a eficiência da serra fita obteve um rendimento elevado em consideração a este com o resultado de 3,25 m³ / hora.

Para Polzl (2003), o baixo número médio de empregados por empresa (menos de 10 empregados por empresa), associado às baixas taxas de rendimento nos processos das serrarias (< 50%), justifica a existência de muitas micro e pequenas empresas, com deficiências tecnológicas.

Obteve-se o valor de 52,19% de rendimento para as 60 toras analisadas. Este resultado está dentro do valor estimado para folhosas que é de 45 á 55%. Resultado superior à de Filho (2006), com o acompanhamento do processamento das toras na serraria, observou um rendimento médio da serraria de 52% das toras. O mesmo autor salienta o tempo em que a serra fita permanece ligada sem aproveitamento e ainda o tempo de manutenção como troca da serra e limpeza da mesma.

Os autores Biasi e Rocha (2006), justificam em pesquisa semelhante a esta, que o rendimento em madeira serrada sofre influência do tipo de serra, reaproveitamento de aparas e costaneiras, e da metodologia utilizada no desdobro. E ainda salienta que a utilização de técnicas adequadas pode afetar consideravelmente o rendimento.

4.2 Volume da madeira roliça e volume da madeira serrada

Ao acompanhar o desdobro de 60 toras de diâmetro médio de 24 centímetros a 100 centímetros, obteve-se o valor de 28,68 m³ de madeira roliça conforme Figura 13. Após essas toras sofrerem o desdobro através de técnicas escolhidas pelo operador do carro de toras, obtiveram-se como resultado de madeira serrada 14,97 m³ (entre tabuas, moirões, guias e tramas). Não foram consideradas na análise da madeira aproveitada as costaneiras e madeira para lenha, as quais são aproveitadas como refugo com menor valor comercial pela madeireira.

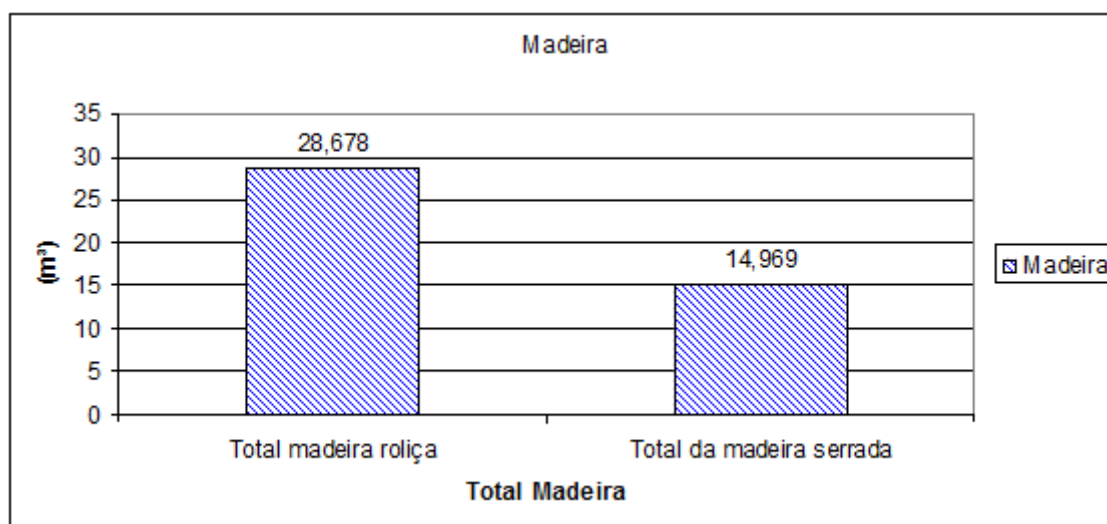


FIGURA 13 - Valor em metros cúbicos da madeira roliça e da madeira serrada, representando o rendimento.

O acompanhamento do rendimento diário variou de 40% a 60 %. No primeiro dia de acompanhamento do desdobro na serraria, 17 de maio de 2011(Figura 14), acompanhou-se o desdobro de 14 toras. Obtendo o volume de 3,72 m³ para madeira roliça, e o aproveitamento deste em 1,50 m³ de madeira serrada conforme Tabela 1.

Os diâmetros médios das toras variaram de 24 cm á 33 cm, o período de acompanhamento neste dia foi de meio turno, totalizando 4 horas. Neste turno obteve-se 40,36% de rendimento para madeira serrada. Este dia foi o menor

rendimento analisado (Figura 16), devido à falta de matéria prima de qualidade, as toras já estavam muito tempo no pátio de estocagem, resultando em madeira seca, e de difícil desdobro. Em consequência disto foi preciso trocar a serra fita 2 vezes para manutenção.

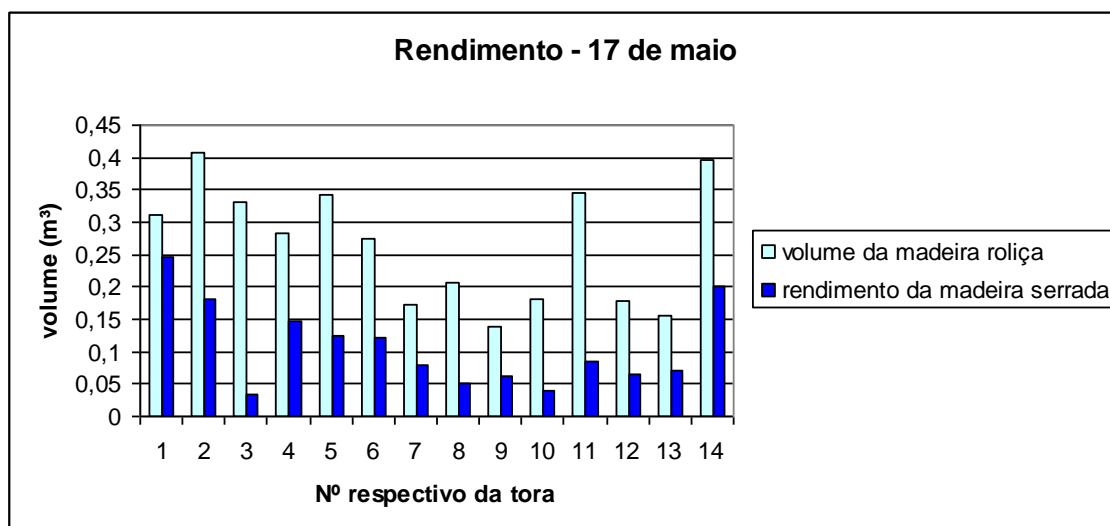


FIGURA 14- Acompanhamento de desdobro da madeira serrada no dia 17 de maio de 2011, totalizando meio turno.

TABELA 1

Demonstrativo do desdobro de madeira serrada nos dias de acompanhamento, conforme turno e número de toras, para volume de madeira roliça e volume da madeira serrada (rendimento).

Variáveis	17/maio*	19/maio*	20/maio*	23/maio*	24/maio*
Turno	Meio	Inteiro	Inteiro	Inteiro	Meio
Volume toras brutas (m³)	3,724	7,550	7,284	7,320	3,178
Volume rendimento (m³)	1,504	3,767	4,489	3,501	1,784
Rendimento (%)	40,36	49,89	61,62	47,83	56,13
Número de toras	14	13	11	11	11

*Análise realizada no período de 17 à 24 de maio de 2011.

O maior rendimento diário foi obtido no dia 20 de maio de 2011 (Figura 16). Nesse dia foram desdobrados 7,28 m³ de madeira roliça, aproveitando-se 4,48 m³ de madeira serrada (Tabela 1). O rendimento foi de 61,62% (Figura 16) totalizando 11 toras conforme Figura 15. O maior aproveitamento deve-se ao diâmetro médio das toras desdobradas estarem em maior repetição para Classe 2 e Classe 3, e apenas 1 tora de Classe 1.

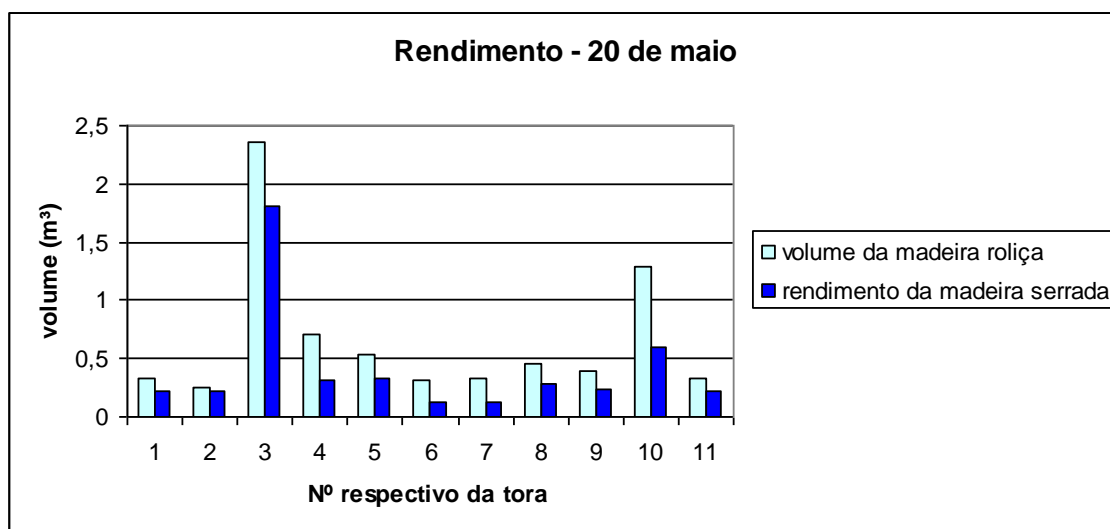


Figura 15 -- Acompanhamento de desdobro da madeira serrada no dia 19 de maio de 2011, totalizando turno inteiro.

O rendimento por tora, como demonstrado na figura 16, apresentou sempre valores superiores a 40 % de rendimento, como na tora 1, 67,53%, e tora 10 por exemplo 46,75%. Em estudo semelhante realizado por Amparado (2008), apenas uma das toras apresentou valor de rendimento no desdobro próximo a 40%, a maior parte delas mostrou resultados próximos à média de 33%. O autor justifica o baixo rendimento porque boa parte do volume das tábuas foi perdida na operação de canteamento, ou refilo, realizada ainda na serraria. Conclui que ajustes mais frequentes no equipamento utilizado nesta operação poderiam gerar rendimentos maiores.

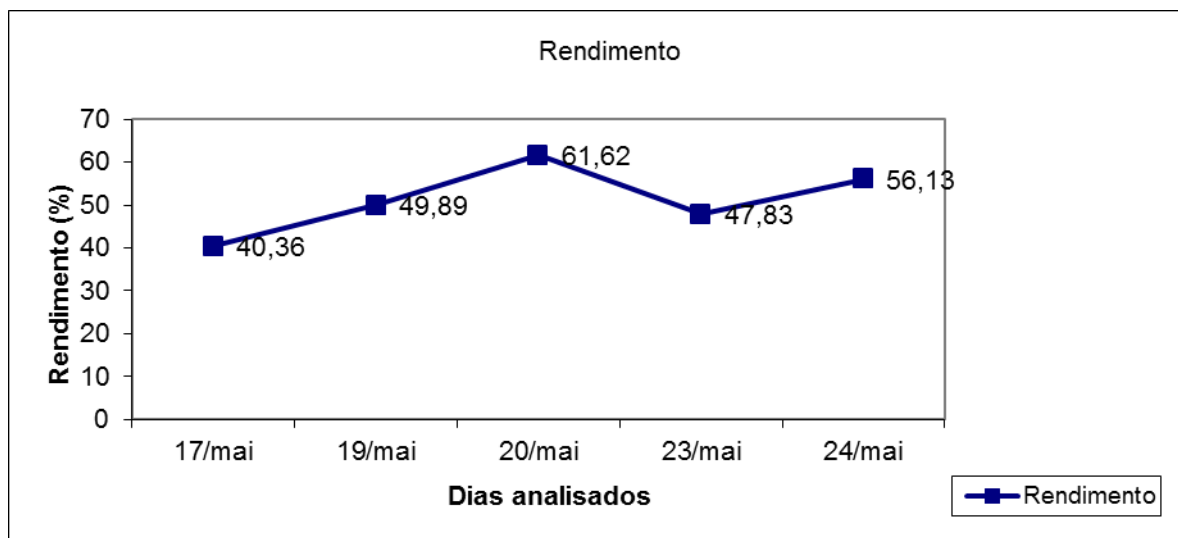


FIGURA 16: Rendimento da madeira serrada entre os dias 17 de maio a 24 de maio de 2011.

De forma geral, o rendimento médio da serraria girou entre 40% e 60%, demonstrando diferenças significativas entre os dias monitorados de desdobro.

Conforme Ferreira et al, (2004), o rendimento ao desdobro é obtido pela relação entre os volumes de madeira serrada e de toras, expressas em porcentagem e pode ser afetado de diferentes formas. De acordo com Rocha e Tomaselli (2001), o rendimento varia de 45% a 55% para as folhosas, sendo afetado pela qualidade das toras, dos equipamentos, técnicas de desdobro e pela qualificação profissional dos operários.

4.3 Rendimento por Classes de Diâmetro

No primeiro dia de acompanhamento do desdobro das toras, foram analisadas 10 (dez) toras (Tabela 2) de diâmetro médio de 24 cm á 33 cm, 3 (três) toras de 33 cm á 45 cm e apenas 1(uma) tora classificada como Classe 3 (≥ 45 cm). Resultando no rendimento de 40,36% para meio turno de trabalho. Sendo o menor rendimento analisado diariamente, e segundo rendimento por classe, totalizando 52,94% (Figura 17) devido ao diâmetro médio das toras serem pequenos.

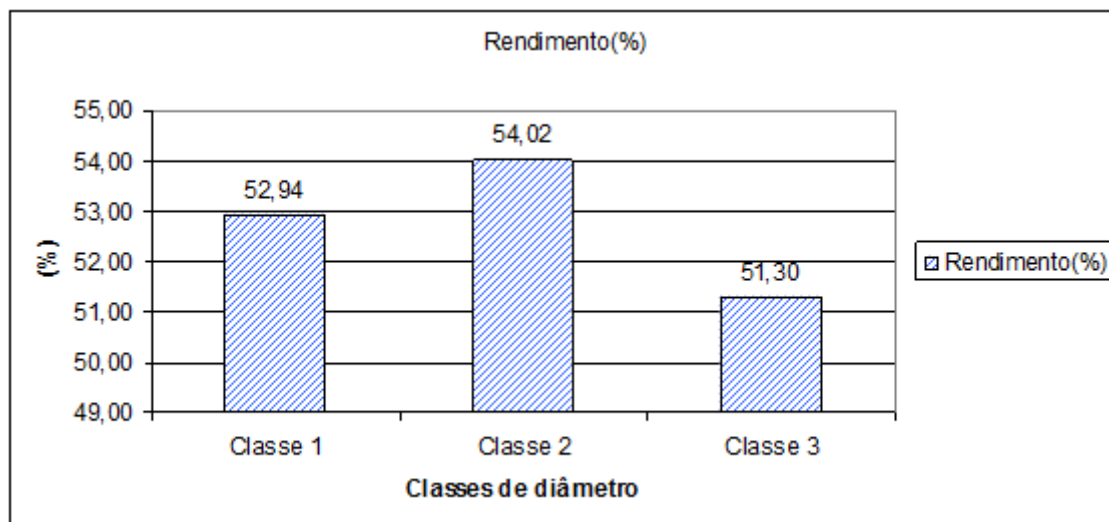


FIGURA 17 – Representação do rendimento por classes de diâmetro.

Para a Classe de diâmetro 2 (33 cm á 45cm) obteve-se o maior rendimento médio observado, 54,02% conforme Figura 18. Fator observado ao maior aproveitamento da madeira serrada, devido à boa qualidade, não apresentando na maioria das toras analisadas nesta classe, madeira ardida e podridão central.

Fatores citados acima ocasionaram baixo rendimento também para a Classe de diâmetro 3 (≥ 45 cm) , com o maior volume de madeira roliça, porem menor volume de madeira serrada aproveitada (Tabela 3), devido as condições apresentadas das toras. Entre as condições que geraram esse baixo rendimento para a Classe 3, pode-se citar rachaduras de topo, podridão de cerne, madeira ardida, e ainda a má qualidade que as mesmas se encontravam devido a falta de manejo, transporte inadequado entre outros.

TABELA 2

Numero de toras por Classe, e dias de acompanhamento.

	Classes		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
	(24 cm a 33 cm)	(33 cm a 45cm)	(> = 45 cm)
17/maio/2011	10	3	1
19/maio/2011	2	6	5
20/maio/2011	1	5	5
23/maio/2011	1	3	7
24/maio/2011	6	3	2

Conforme demonstrativo da Tabela 3, o maior volume de toras brutas foi da Classe de diâmetro 3 (> = 45 cm), porem caiu para pouco menos da metade 51,30% o aproveitamento em madeira serrada, ocasionando o não esperado, o menor rendimento por classe.

O mesmo aconteceu para Murara et al (2005), onde a Classe 3, definida por toras de diâmetros entre 28,1cm e 34 cm, apresentou um rendimento médio de 45,31%. Comparando-se com a Classe 2, não aconteceu o que era esperado, a Classe 3 definida pelos autores, deveria apresentar rendimento superior à Classe 2, com toras de diâmetros menores, porem não ocorreu.

TABELA 3

Demonstrativo do desdobro de madeira serrada para classes de diâmetros, para volume de madeira roliça e volume da madeira serrada.

Variáveis	Classe 1*	Classe 2**	Classe 3***
Volume de toras Brutas	4,504	6,694	17,480
Volume de madeira serrada	2,384	3,616	8,968
Rendimento (%)	52,94	54,02	51,30
Número de toras	20	20	20

Diâmetro médio, *(24 cm á 33 cm); ** (33 cm á 45 cm), *** (>= 45 cm)

Considerando os rendimentos por classe deste trabalho, o menor rendimento 51,30% (Classe 3) ainda é elevado em relação ao resultado obtido pelos autores em pesquisa referente à caracterização do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus saligna* (Smith) nas condições verde e seca, por Amparado et al (2008), que obtiveram um volume total de 5,098 m³ de madeira roliça, depois de realizado o desdobro na serra de fita foi calculado um volume de tábuas livres de defeitos, ou volume em madeira serrada na condição verde, de 1,33 m³, perfazendo um rendimento de 26 %.

4.4 Avaliação da qualidade da madeira serrada úmida

A avaliação da qualidade da madeira serrada foi realizada logo após o desdobro, em peças com as seguintes dimensões: 2,5 cm de espessura, 20 cm de largura e comprimento entre 2 metros à 3,5 metros totalizando 70 peças. As mesmas foram qualificadas quanto aos tipos de defeitos presentes na avaliação do processo após o desdobro. Ressaltando que a madeira está pronta para a venda a partir do desdobro e refilo, a serraria não dá vencimento para realizar a secagem da madeira como recomendado pela literatura. Para Jankowsky (1990), o conceito de madeira seca é relativo, pode-se considerar na maioria das vezes como seca a madeira cujo teor de umidade for igual ou inferior à umidade de equilíbrio correspondente a sua condição de uso. Esse valor dependerá também do tipo de produto feito com a madeira.

Os defeitos avaliados foram rachaduras de topo e de superfície, assim como os empenamentos (arqueamento, encurvamento, encanoamento). Esses defeitos foram avaliados logo após o desdobro. Através da Tabela 4, é possível visualizar os valores médios obtidos com a avaliação da madeira serrada úmida.

TABELA 4

Valores médios dos defeitos avaliados na madeira serrada úmida.

Índice de Rachadura de topo (%)	6,37%
Rachadura de superfície (%)	
Sim	14%
Não	86%
Arqueamento	0,27mm/m
Encurvamento	0,33mm/m
Encanoamento	0,41mm/m

O valor obtido para média de rachaduras de topo foi de 6,37%, os mesmos foram calculados conforme descrito na metodologia e apresentados como valores dos Índices de rachaduras de topo (IRT%), para as peças analisadas logo depois do desdobro. Valor superior foi encontrado por Trugilho (2005), que obteve como valor médio 9,2% para Índice de rachadura de topo.

Rosso (2006) encontrou para *Eucalyptus citriodora* valores acima do permitido pela norma na classificação para 4ª classe (BRASIL, 1983) para IRT, com os seguintes valores: 9,38% antes da secagem ao ar livre (madeira úmida), 18,75% após a secagem ao ar livre e 21,33% após a secagem convencional no verão. A autora justifica que esse defeito ocorre porque a madeira apresenta característica de perder água mais rapidamente pelo sentido axial do que pelo sentido radial e tangencial, fazendo com que os topos sequem rapidamente, ocasionando as rachaduras.

As rachaduras de superfície foram classificadas como presentes ou ausentes nas peças de forma e foram representadas em porcentagem do número de peças afetadas. Apenas 14% das peças analisadas apresentaram este defeito. Resultado inferior de Rosso (2006), que observou apenas 25% das tábuas analisadas na condição verde para a espécie *Eucalyptus citriodora*, na estação de verão.

Para arqueamento obteve-se a média de 0,27mm/m. Esse valor é considerado baixo em relação ao concebido pela classificação pela pior face onde o permitido é $<$ ou $=$ a 5 mm/m.

Conforme ABIMCI (2004) são inúmeros os tipos de empenamentos, porém o arqueamento e o encurvamento são os mais observados em peças de madeira de eucalipto. O arqueamento se manifesta durante o desdobro das toras e secagem da madeira. O encurvamento é bastante frequente em peças verdes e normalmente em madeiras de toras finas, podendo ser controlado durante a secagem.

O encurvamento médio obtido foi de 0,33 mm/m, o mesmo encontra-se dentro do permitido para Classificação para mercado geral (classificação pela pior face da peça de madeira), sendo classificada a partir da primeira Classe, onde o permitido é $<$ ou $=$ a 5 mm/m, para comprimento da tábua maior que 3 metros.

Valor próximo ao de Amparado (2008), onde o encurvamento não inviabilizou a utilização da madeira nas proporções obtidas no trabalho, média de 3,92 mm/m. O autor justifica que, para a utilização em movelaria, por exemplo, tanto o aplainamento das peças como as pregações podem eliminar o encurvamento das tábuas, ripas ou sarrafos.

Não foi verificada a presença de encanoamento em nenhuma peça. A não ocorrência desse defeito se deve à condição de que a madeira se encontra ainda úmida. Mesmo com a secagem ao ar livre e combinada realizada em pesquisa referente à qualidade da madeira, Rosso (2006), para três tratamentos e espécies distintas de *Eucalyptus*, não apontou defeitos do tipo encanoamento. Da mesma forma Silva, Mendes e Wenzel (1997), não tiveram resultados que pudessem representar como defeitos, antes e após a secagem, para encanoamento, não prejudicando a qualidade do material. Para Rocha e Tomaselli (2001), como esperado pelos autores as peças não apresentaram encanoamento, por estarem associado às diferenças de contração entre planos tangencial e radial.

O encanoamento é definido como o fenômeno que ocorre quando as margens da peça permanecem aproximadamente paralelas, e ela adquire um aspecto encanado ou de canaleta. Esse tipo de empeno aparece em consequência da diferença de estabilidade entre as direções radial e tangencial, que provoca a maior movimentação de uma das faces da peça em relação à

outra. Outra causa para o empeno encanoado é a secagem mais rápida de uma face. Essa diferença de umidade ocorre quando a peça está apoiada sobre toda a extensão de uma das faces, de forma que a evaporação da água seja maior na outra, ou quando uma das faces recebeu revestimento enquanto que a outra permanece ao natural. De uma forma geral, as peças retiradas mais exteriormente da tora tendem a apresentar mais nitidamente o fenômeno, pela maior retração da face que se situa próxima à casca (JANKOWSKY, 1990).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que o rendimento da madeira serrada aumentou conforme a qualidade das toras sofreu incremento, podendo citar: regularidade, bom estado dos topos, assim como a ausência da podridão de cerne. Foi possível analisar que as toras com diâmetros elevados não resultaram em aumento do rendimento, devido ao aspecto negativo que se encontravam. Assim como o trabalho oneroso, em termos de tempo e mão-de-obra, que uma tora de diâmetro alto ocasiona no processo de desdobro.

A classe de diâmetro 2, foi a que obteve maior rendimento por classe, assim como maior rendimento diário, observando os dias em que o diâmetro médios das toras estiveram dentro da classe de diâmetro 2.

A qualidade da madeira serrada na empresa encontra-se de boa qualidade, podendo ser classificada a partir da Primeira Classe.

A estimativa do volume de acordo com seu aproveitamento permite aos proprietários se programarem melhor quanto às negociações. A análise do aproveitamento das toras forneceu informações importantes para o proprietário da serraria. Concluindo que as toras de Classe de diâmetro 2 obtiveram maior aproveitamento.

6. REFERÊNCIAS

ABIMCI. 2004. **IMPLICAÇÕES DO USO DO EUCALÍPTO PARA PRODUTOS DE MADEIRA SÓLIDA**. Artigo Técnico Nº 29 – Dezembro 2004

_____. **Indústria de Madeira Processada Mecanicamente**. Ano base 2008. ESTUDO SETORIAL 2009.

ABREU, F.A.; LATORRACA, J.V.F.; CARVALHO, A.M.; Eficiência operacional de serra de fita: estudo de caso em duas serrarias no município de Paragominas, PA. **Revista Floresta e Ambiente**. V.12, n.1, p. 44 - 49, 2005.

AMPARADO, K. F.; **Qualidade da Madeira Serrada e dos Painéis Colados Lateralmente Obtidos de um Plantio de Eucalyptus saligna Smith Visando o Segmento Moveleiro**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. Seropédica, RJ, 2008.

AMPARADO, K. F. et al. Caracterização do rendimento em madeira serrada de Eucalyptus saligna Smith nas condições verde e seca. **Revista Forestal Venezolana**, Ano XI ,Volume 52 (1) janeiro - junho, 2008, pp. 71 – 76.

ASSIS, T. F. de. **ESTRATÉGIAS DE MELHORAMENTO PARA A OBTENÇÃO DE MADEIRA DE QUALIDADE PARA LAMINAÇÃO E SERRARIA**. 2009

BIASI, C. P.; ROCHA, M.P.; RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS PARA TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS. **Revista FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 37, n. 1, jan./abr. 2006.

BELTRAME, **DETERMINAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES RESIDUAIS LONGITUDINAIS DECORRENTES DAS TENSÕES DE CRESCIMENTO EM Eucalyptus spp**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2010.

BRASIL. **Norma para classificação de madeira serrada de folhosas**. Ministério da agricultura. Instituto brasileiro de desenvolvimento florestal. Departamento de industrialização e comercialização. Departamento de economia Florestal. LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS, BRASÍLIA, 1983.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S. M.; NUMAZAWA, S. RESÍDUOS DE INDÚSTRIA MADEIREIRA: CARACTERIZAÇÃO, CONSEQUÊNCIAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E OPÇÕES DE USO. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal periodicidade semestral** – edição nº 5– janeiro de 2005.

FERREIRA, S. et al; INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE DESDOBRAMENTO TANGENCIAIS NO RENDIMENTO E NA QUALIDADE DA MADEIRA DE CLONES DE EUCALYPTUS SPP. **Revista Cerne**, Janeiro/julho. Vol. 10. Numero 001. Universidade federal de Lavras. pg 10-21. 2004.

FERREIRA, C. A; **Cultivo do eucalipto**. Embrapa Florestas, Sistemas de Produção, 4ISSN 1678-8281 Versão Eletrônica Ago./2003.

FIEDLER, N. C.; INFLUÊNCIA DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA MADEIRA NO RUÍDO PRODUZIDO DURANTE O PROCESSAMENTO SECUNDÁRIO: ESTUDO DE CASO. **Revista FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 401-408, abr./jun. 2009.

FILHO, J. L. Dal P. CENSO DAS ÁRVORES REMANESCENTES - DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MADEIRA SERRADA NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CIÊNCIAS FLORESTAIS DE ITATINGA. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal** - issn 1678-3867. 2006.

GALVÃO, A. P. M. Aspecto da utilização da madeira de eucalipto no Brasil: seu aproveitamento em serraria. **Boletim Informativo**, Piracicaba, v. 4, nº. 12, p. 1-23, julho 1976.

GARCIA, J.N. **Técnicas de desdobro de eucalipto**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, Piracicaba - São Paulo: IPEF/IPT, pg. 59-67, 1995.

JANKOWSKY, I. P.; **Fundamentos de secagem de madeiras**. Documentos Florestais. Piracicaba, 1990.

LATORRACA, J.V de F. et al .EFEITO DO RÁPIDO CRESCIMENTO SOBRE AS PROPRIEDADES DA MADEIRA. **Revista Floresta e Ambiente**. v. 7, n. 1, p. 279 - 291, jan./dez. 2000.

LOBÃO, M. S. et al; CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MADEIRA DE EUCALIPTO COM DIFERENTES DENSIDADES. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.889-894, 2004.

MAYER, R.D.; **UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS COLADOS LATERALMENTE DE EUCALIPTO NA CONFECÇÃO DE MÓVEL VALORIZADO PELO DESIGN.** Trabalho de conclusão de curso, Engenharia Florestal. SEROPÉDICA, RJ. 2008.

MURARA, M.I.J.; **DESDOBRO DE TORAS DE PINUS UTILIZANDO DIAGRAMAS DE CORTE PARA DIFERENTES CLASSES DIAMÉTRICAS.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. CURITIBA, 2005.

MURARA, M. I. J, ROCHA, M.P.; TIMOFEICZYK, R.J. RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE *Pinus taeda* PARA DUAS METODOLOGIAS DE DESDOBRO. **Revista FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 35, n. 3, set./dez. 2005.

OLIVEIRA; J.T.S.; CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE SETE ESPÉCIES DE EUCALIPTOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: 1- AVALIAÇÕES DENDROMÉTRICAS DAS ÁRVORES. **Revista Scientia Forestalis** n. 56, p. 113-124, dez. 1999.

POLZL, W.B. et al. CADEIA PRODUTIVA DO PROCESSAMENTO MECÂNICO DA MADEIRA - SEGMENTO DA MADEIRA SERRADA NO ESTADO DO PARANÁ. **REVISTA FLORESTA**. Pg.127-134. 2003.

PONCE, R.H.; **MADEIRA SERRADA DE EUCALIPTO: DESAFIOS E PERSPECTIVAS.** Seminário internacional de utilização da madeira de eucalipto para Serraria. Pg. 50-58, 1995.

QUEIROZ, S.C. S et al; INFLUÊNCIA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA NA QUALIDADE DA POLPA KRAFT DE CLONES HIBRÍDOS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden X *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, pg. 901–909, 2004.

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maidem e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para serraria.** 2000. Tese de doutorado em ciências Florestais. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ROCHA; M. P.; TOMASELLI; I.; EFEITO DO MODELO DE DESDOBRO NA QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* E *EUCALYPTUS DUNNII*. **Revista Cerne**, V. 8, N.2, p.070-083, 2002.

ROCHA; M. P.; **TÉCNICAS E PLANEJAMENTO EM SERRARIAS**. Série didática nº 02/01, FUPEF. Curitiba, 2002.

ROSSO, S.; **QUALIDADE DA MADEIRA DE TRES ESPECIES DE *Eucalyptus* RESULTANTE DA COMBINACAO DOS METODOS DE SECAGEM AO AR LIVRE E CONVENCIONAL**. Dissertação de mestrado em ciências Florestais. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SANTINI, E. J. & HASELEIN, C. R. Efeito da temperatura e velocidade do ar sobre a taxa de secagem da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 99-106. 2002.

SOUZA, Á. N. S. et al; **MODELAGEM DO RENDIMENTO NO DESDOBRO DE TORAS DE EUCALIPTO CULTIVADO EM SISTEMA AGROFLORESTAL**. **Revista Cerne**, ano/vol. 13, número 002, Universidade Federal de Lavras, Lavras, pg. 222-238. 2007.

TRUGILHO; P. F. **TENSÃO DE CRESCIMENTO EM ÁRVORES VIVAS DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. E DE *Eucalyptus dunnii* Maiden E PROPRIEDADES DA SUA MADEIRA**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Doutorado em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.