

**FABIANO DA ROCHA STEIN**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DO TEMPO  
DE ESTOCAGEM DA MADEIRA**

**FEVEREIRO – 2003**

## BIOGRAFIA

FABIANO DA ROCHA STEIN, filho de Reliquias Dutra Stein e Marina da Rocha Stein, nasceu em 18 de novembro de 1974, no município de Itaguaçu – ES.

Em 1993, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, no curso de Engenharia Florestal, formando em agosto de 1999.

Em julho de 2000, ingressou na Empresa Celulose Nipo-Brasileira (CENIBRA), onde atuou até abril de 2003.

Atualmente trabalha na área de planejamento florestal da Veracel Celulose S.A.

Em julho de 2001, ingressou no curso de Pós-Graduação, *latu senso*, em Tecnologia de Celulose e Papel, oferecido pela Universidade Federal de Viçosa, por intermédio da Celulose Nipo-Brasileira, concluindo em março de 2003.

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>EXTRATO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>2. PRELIMINARES.....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>3. FATORES QUE INFLUENCIAM NA SECAFEM DA MADEIRA.....</b> | <b>13</b> |
| 4.1. DEGRADAÇÃO DA MADEIRA .....                             | 19        |
| 4.2. DESCASCAMENTO DA MADEIRA .....                          | 23        |
| 4.3. PESO DA MADEIRA.....                                    | 27        |
| <b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>                    | <b>34</b> |
| <b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>                                  | <b>35</b> |

## EXTRATO

STEIN, Fabiano da Rocha, Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Avaliação técnica do tempo de estocagem da madeira.** Orientador: José Lívio Gomide. Conselheiros: Helio Garcia Leite e José Márcio Cardoso.

Este trabalho tem como intuito agrupar informações de vários estudos, alguns não publicados, sobre a necessidade e vantagem da secagem da madeira, bem como apresentar curvas de perda de umidade e/ou peso desta matéria-prima usada na produção industrial de celulose. Isto é importante, pois a madeira verde não se encontra em condições vantajosas de ser utilizada na maioria de suas aplicações, visto que a água tem profunda influência nas propriedades da madeira, afetando seu peso, a resistência mecânica, sua contração e a possibilidade de ser atacada por insetos e fungos. Pode-se verificar que há consenso de alguns autores sobre a influência de algumas características da madeira no processo de secagem, em especial o local, a época de estocagem, o diâmetro das toras e o material genético.

Com base neste estudo e no depoimento de alguns profissionais experientes, pode-se concluir que o tempo máximo de permanência da madeira no campo, pós-corte, é de 3 a 4 meses, mas devendo-se atentar para a época do ano em que foi feita a derrubada, pois de acordo com o local, o balanço hídrico e do tamanho das toras pode ter uma variação neste período.

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira a ser utilizada para a produção de celulose geralmente é descascada, pois a casca além de possuir fibras utilizáveis em quantidade relativamente pequenas, consomem maior quantidade de reagentes na polpação e no branqueamento, diminuindo o rendimento em celulose. Esta torna ainda mais difícil a lavagem e peneiração, além de afetar as propriedades físicas do produto e aumentar o teor de sujeira na pasta.

Muitas variáveis influenciam o descascamento da madeira em equipamentos industriais, sendo que a umidade, tanto da madeira como da casca, é um dos principais fatores. A umidade além de influenciar no descascamento, afeta também o peso da madeira, que faz variar o custo do transporte, e a possibilidade de ataque por insetos e fungos.

Neste trabalho são abordados alguns fatores relacionados com a umidade da madeira, que tem como objetivo identificar o tempo ótimo de permanência da madeira, pós-corte, de maneira que se tenha maior eficiência de descascamento na indústria, menor custo de transporte e ausência de ataques de insetos e fungos na madeira.

## 2. PRELIMINARES

A madeira pode ser definida como um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células com propriedades específicas para desempenharem diversas funções vitais, como condução de líquidos, transformação, armazenamento e transporte de substâncias e sustentação do vegetal (Burger e Richter, 1991).

É uma matéria heterogênea e variável, higroscópica e de comportamento anisotrópico. Estes aspectos, bem como outras propriedades e características, encontram-se intimamente relacionados a sua estrutura anatômica, tendo grande importância na sua utilização (Marchiori, 1992).

A água é um componente essencial para as atividades fisiológicas das árvores, sendo encontrada tanto na parede celular quanto no lúmen das células. O cerne e o alburno podem estar saturados, mas, comumente pelo menos parte do lúmen das células é ocupado por ar e, por isso, raramente a madeira está completamente saturada. Após o corte da árvore, a umidade vai sendo lentamente evaporada até que a umidade da madeira entre em equilíbrio com a umidade relativa do ar. A água evapora primeiro do lúmen das células e depois da parede celular. A evaporação da água existente no lúmen ocasiona apenas redução no peso enquanto que a evaporação da água contida na parede provoca alterações nas demais propriedades da madeira. O teor de umidade em que se dá o equilíbrio depende essencialmente da temperatura e da umidade relativa do ar (Galvão e Jankowsky, 1985; Haygreen e Bowyer, 1982; Panshin e Zeeuw, 1980; Tsoumis, 1991).

Além de afetar as propriedades da madeira, o teor de umidade afeta a sua adequação para diversos processamentos (Haygreen e Bowyer, 1982; Panshin e Zeeuw, 1980; Tsoumis, 1991). Por isso, a secagem precede a maioria dos processamentos da madeira, sendo que o tempo de secagem depende da época do ano em que é feito o abate da árvore, além disso pode variar em função do material genético.

A umidade, ou seja, a água existente na madeira verde, pode ser classificada em três tipos. A seqüência desta classificação será vista em ordem ascendente da tenacidade com que a umidade é mantida pela madeira. Tem-se, então, os seguintes estados da umidade da madeira:

- Água livre ou de capilaridade ou de embebição;
- Água de adesão ou de impregnação;
- Água de constituição.

A água livre é a umidade que ocupa as cavidades das células e espaços intercelulares, incluindo vasos e canais resinosos. De fato, não é realmente livre, mas está muito bem presa dentro dos tecidos da madeira e tão retida que é preciso considerável força para sua eliminação. Logo que a árvore é abatida, a madeira perde mais ou menos rapidamente toda a água livre, sem que sofra qualquer contração, e, a seguir, mais lentamente, vai perdendo a água de adesão, até atingir a umidade de equilíbrio com o ar atmosférico. Nesse ponto de equilíbrio, a força com que as moléculas de celulose, hemicelulose e outras solicitam a água, torna-se igual a sua tendência de evaporar-se.

Já a água de adesão, se refere à umidade contida nas paredes celulares, sendo retida pela madeira em uma relação muito mais estreita que a água livre. Parte da água de adesão está ligada às moléculas de celulose por ligações de valência secundária, outra parte é retida nas microscópicas aberturas existentes entre as moléculas de celulose, por meio de forças de capilaridade. Em razão da magnitude das forças físicas que retêm a água de adesão, é muito mais difícil separar a madeira de sua água de adesão que da água livre. Por isto a água livre deixa a madeira antes da água de adesão não sendo possível eliminar a água de adesão da madeira sem que antes tenha sido eliminada a água livre. O estado de umidade da madeira quando esta já não mais apresenta água livre e as paredes de suas células ainda estão saturadas de água livre e as paredes de suas células ainda estão saturadas de água de adesão é denominado de ponto de saturação das fibras.

A água de adesão é de grande importância quando se faz qualquer consideração sobre a utilização da madeira, visto que uma variação do teor de umidade acima do ponto de saturação das fibras não afeta a resistência da madeira nem suas dimensões. Entretanto, abaixo do ponto de saturação das fibras, uma diminuição no teor de umidade da madeira causa uma melhoria nas suas resistências mecânicas e causa, também, contração de suas dimensões. O ponto de saturação das fibras não é completamente uniforme entre diferentes tipos de madeira, em consequência da variação de suas constituições químicas, mas geralmente o seu valor corresponde a um teor de umidade de 25 a 30%.

A água de constituição é a que se encontra quimicamente combinada com as substâncias da parede celular. Sabe-se que essa ligação é tão íntima que só é rompida com a alteração completa da composição química da madeira. Trata-se, portanto, da água que faz parte da constituição química da “substância madeira”.

O teor de umidade da madeira é expresso como uma percentagem do peso da madeira completamente seca. Assim, uma madeira que tem um teor de umidade de 25%, por exemplo, isto indica que o peso da umidade nesta madeira equivale a 25% do peso desta mesma madeira, quando totalmente seca.

Cabem aqui algumas considerações teóricas sobre a determinação da umidade da madeira. É sabido que, ao se estudar a determinação do teor de umidade da madeira, deve-se proceder uma análise das expressões que podem ser utilizadas, e ainda, que usualmente calcula-se a umidade com base no peso seco pelo fato deste ser um valor reprodutível. Seja:

- UR: umidade da madeira, expressa em relação ao peso seco em estufa (Ps);
- UR (%): umidade expressa em percentagem do peso seco;
- U: umidade da madeira, expressa em relação ao peso úmido ou corrente;
- U%: umidade expressa em percentagem do peso úmido ou corrente;
- Ps: peso da madeira seca em estufa a 103 °C até um valor constante;
- Pu: peso da madeira à umidade corrente.

Então, tem-se que:

$$(a) U = (P_u - P_s) / P_u$$

$$(b) UR = (P_u - P_s) / P_s$$

$$(c) UR\% = [(P_u - P_s) / P_s] * 100$$

$$(d) U\% = [(P_u - P_s) / P_u] * 100$$

Conforme Barrichelo (1969), citado por Galvão et al. (1985), é possível transformar uma umidade em outra, com base na seguinte expressão:

Relacionando as expressões (c) com (d), segue-se que:

$$(e) UR\% = [(100 * U\%) / (100 - U\%)];$$

$$(f) U\% = [(100 * UR\%) / (100 + UR\%)].$$

Uma justificativa para estas transformações é que, conforme reportado por Galvão et al. (1985), muitos interesses como celulose e papel, dentre outros, resultam na opção de calcular a umidade expressa em termos de peso à umidade corrente ( $P_u$ ). É importante ressaltar, que o emprego deste procedimento permite comparar resultados obtidos em diferentes estudos, ainda que a maneira de calcular a umidade tenha sido diferente.

A facilidade ou dificuldade com que a umidade, nos diferentes estados em que é encontrada na madeira, pode, eventualmente, ser removida durante o processo de secagem, dependerá não somente das forças relativas de aderência, mas também da facilidade de deslocação de umidade interna da madeira. Geralmente, esta facilidade de movimento da umidade interna é uma função do peso específico e menor nas mais densas e mais pesadas, exceto quando há interferência de outros fatores especiais.

A evaporação da umidade superficial encontra-se diretamente submetida à ação de fatores externos como temperatura, grau higrométrico do ar e movimentação do ar.

Há certa analogia entre a circulação da umidade na madeira e a temperatura. Assim é que, quanto mais elevado for o grau de umidade da madeira, melhor será o coeficiente de circulação da umidade.

É sabido que a elevação de temperatura aumenta este coeficiente. Esta afirmativa poderia causar o raciocínio errôneo de que quanto maior for a temperatura maior será a circulação da umidade e portanto mais rápida será a secagem. Porém, se a temperatura for muito elevada, irá haver uma evaporação da umidade superficial muito mais rápida que a transfusão da umidade interna.

A água pode difundir-se ou movimentar através da madeira, tanto em forma líquida como sob forma de vapor. Normalmente, move-se sob forma de vapor através das cavidades celulares, podendo também movimentar sob forma de vapor de célula a célula, por aberturas grandes conhecidas como pontuações.

Considera-se, entretanto, pouco provável que a água sob forma de vapor possa passar pelas diminutas aberturas que existem na parede celular. As forças de absorção e capilaridade são tão grandes que a água se condensa nas paredes das células. A água evaporada do lado seco da parede celular é aí repostada por difusão da água líquida existente no lado úmido da parede celular, através das diminutas aberturas da parede celular.

Deste modo, a água pode movimentar-se na parede da célula, movimentar-se sob forma líquida, por difusão, através da parede celular e evaporar-se no lado seco de outra cavidade celular, e assim sucessivamente.

Em temperaturas mais baixas a difusão de água através da parede celular é mais importante, ao passo que em temperaturas elevadas é mais importante a difusão do vapor através das pontuações e outras aberturas maiores.

### 3. FATORES QUE INFLUENCIAM NA SECAFEM DA MADEIRA

A secagem de madeira é influenciada por diversos fatores, uns relacionados com a própria madeira (fatores internos) e outros com o ar atmosférico (fatores externos).

Entre os fatores internos destacam-se:

- **Espécie da madeira:** tem forte influência na velocidade de secagem, visto que as madeiras apresentam uma grande variedade de estruturas anatômicas, que são mais ou menos favoráveis à secagem. Deste modo, em algumas madeiras os vasos ou traqueídeos são muito abundantes ou muito largos e abertos, o que contribui para boa circulação da umidade interna e, conseqüentemente, para maior facilidade e velocidade de secagem. Em linhas gerais, pode-se afirmar que a velocidade de secagem é maior em madeiras macias do que em madeiras duras, em razão de as primeiras serem dotadas de uma estrutura anatômica mais favorável à eliminação da umidade.
- **Tipo de madeira:** uma mesma espécie, ou mais especificamente uma mesma árvore, é constituída por diferentes tipos de madeira com diferentes estruturas anatômicas. Entre os diferentes tipos de madeira destaca-se as denominadas madeiras de cerne e as de alburno, cada uma delas apresentando maior ou menor velocidade de secagem. Geralmente o alburno apresentará maior velocidade de secagem que o cerne. Deve-se considerar ainda a proporção entre a madeira de primavera e a de verão.

- **Teor inicial de umidade:** em muitas espécies de madeira macia o alburno requer maior tempo de secagem que o cerne, mesmo apresentando o alburno maior velocidade de secagem, em razão do fato de o alburno possuir teor inicial de umidade bem mais elevado. Em madeiras duras, a diferença entre os teores de umidade do cerne e do alburno geralmente é pequena, de tal modo que o alburno, apresentando maior velocidade, requer menos tempo para a secagem.

**QUADRO 01 – Teores de umidade de 06 espécies em equilíbrio com as**

| ESPÉCIE                          | Umidades Relativas (%) |      |      |      |      |
|----------------------------------|------------------------|------|------|------|------|
|                                  | 33,6                   | 54,9 | 75,5 | 90,0 | 97,2 |
| Umidade da Madeira no Equilíbrio |                        |      |      |      |      |
| <i>E. citriodora</i>             | 7,3                    | 10,9 | 15,0 | 18,3 | 23,1 |
| <i>E. gummifera</i>              | 7,4                    | 11,4 | 14,6 | 18,4 | 22,7 |
| <i>E. paniculata</i>             | 8,8                    | 13,2 | 16,5 | 19,5 | 24,2 |
| <i>E. resinifera</i>             | 8,4                    | 12,3 | 15,4 | 19,4 | 23,3 |
| <i>E. saligna</i>                | 8,4                    | 12,3 | 15,6 | 18,9 | 24,2 |
| <i>E. tereticornis</i>           | 8,0                    | 11,9 | 15,7 | 19,1 | 23,5 |

**umidades relativas empregadas, a 21°C.**

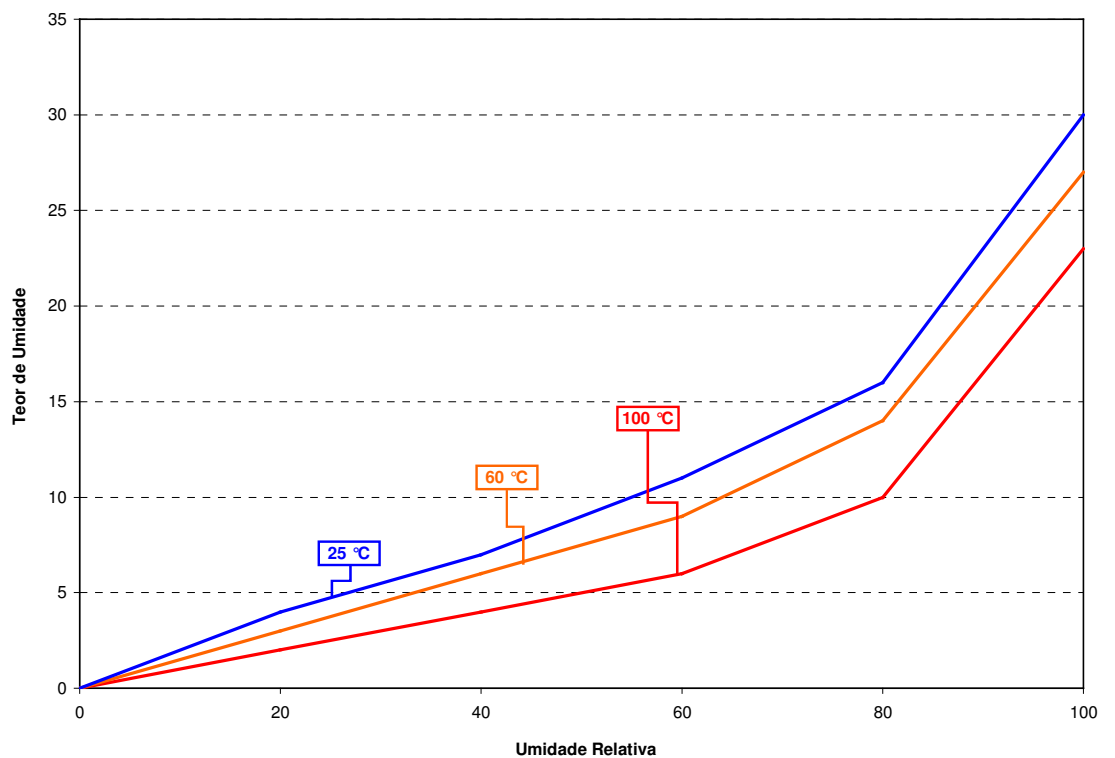
\* **Fonte:** Della Lucia, R.M. et ali. Revista *Árvore*, 16(2): 202-208, 1992.

- **Direção das fibras:** a madeira seca muito mais rapidamente na direção longitudinal que na transversal, em consequência da estrutura anatômica da madeira ser mais favorável à circulação da umidade no sentido longitudinal. Segundo *Kiln Certification Handbook*, a velocidade de secagem nas fibras terminais é de 10 a 15 vezes mais rápida que na superfície radial ou tangencial.

Já entre os fatores externos destacam-se:

- **Temperatura:** normalmente, quanto mais alta é a temperatura em que se processa a secagem, mais rápida é a velocidade de secagem. É essencial, entretanto, ao se fazer a secagem em altas temperaturas, que outros fatores externos como a umidade relativa sejam controlados para que a evaporação da umidade superficial da madeira seja compatível com a transfusão da umidade interna.
- **Umidade relativa do ar:** a umidade relativa do ar, ou seja, o grau higrométrico, é a relação, expressa em percentagem, entre o peso de vapor de água contido na umidade de volume do ar e o peso do vapor de água, que seria necessário para saturar 100% do mesmo volume de ar, à mesma temperatura. Desde que a temperatura se mantenha constante, um abaixamento do grau higrométrico resulta num aumento da velocidade de secagem.
- **Velocidade do ar:** para se manter a velocidade de secagem a mais alta possível, numa dada temperatura e umidade relativa, é necessário ter suficiente velocidade de circulação do ar nas superfícies da madeira. Assim, o ar úmido que contém a umidade evaporada da madeira e que a envolve é substituída por outro com menor grau higrométrico, e portanto mais favorável à secagem da madeira.

- **Precipitação:** as chuvas são acompanhadas de alta umidade relativa do ar que acabam umidecendo a madeira, sendo difícil avaliar seus efeitos na secagem da madeira. O valor do umidecimento da madeira, causado pelas chuvas, irá depender da duração e intensidade da chuva e da velocidade dos ventos.



Os fatores externo são influenciados por condições locais, tais como elevação, topografia, drenagem do terreno e massas de água existentes nas proximidades.

Schonau e Van Themaat (1978), confirmaram que a velocidade de secagem é influenciada pelo diâmetro das toras e pelo local da realização do ensaio e certificaram que a taxa de secagem é mais rápida durante a primeira semana, após a quarta semana se torna muito lenta e muito dependente das condições ambientais.

Estudando a curva de secagem de pilhas formadas de diferentes maneiras, com toretes de *E. grandis*, Jankowsky (1980) conclui que a madeira localizada na parte superior da pilha seca mais rapidamente do que o restante da pilha. A altura da pilha não afeta a secagem da pilha como um todo, pilhas com toretes longos secam mais lentamente do que com toretes curtos e que existe uma nítida influência do diâmetro do torete na velocidade de secagem, com as peças finas secando mais rapidamente que as grossas.

Visando conhecer o comportamento dos teores de umidade da madeira de *Eucaliptus ssp*, com casca, ao longo das alturas das pilhas dos estoques de segurança em pátio industriais, Ferreira, Saraiva Fo e Fernandes (1983) confirmaram os resultados anteriores e verificaram que a umidade da madeira tende a valores constantes, a partir da 21<sup>a</sup> semana após o abate.

#### **4. NECESSIDADE E VANTAGENS DA SECAGEM**

Quase todos os produtos de madeira tem suas qualidades afetadas por seus teores de umidade. E como a presença da água na madeira é freqüentemente em vultosa percentagem, é facilmente compreensível que este alto teor de umidade e a variação irão afetar grandemente as propriedades da madeira.

A madeira verde, impregnada de seiva, não está em condições de ser vantajosamente utilizada na maioria de suas aplicações, visto que a água tem profunda influência nas propriedades da madeira, afetando seu peso, a resistência mecânica, sua contração e a possibilidade de ser atacada por insetos e fungos.



*Foto 01 – Madeira Verde*

#### **4.1. DEGRADAÇÃO DA MADEIRA**

Quando a madeira apodrece ou deteriora, apresenta-se mofada e com manchas, sendo estes danos conseqüências do ataque de organismos xilófagos, compreendidos basicamente por: fungos, insetos, moluscos, crustáceos e bactérias (Mendes, 1988). Os fungos e os insetos formam os grupos mais importantes, responsáveis por grandes perdas nos vários tipos de produtos florestais, razão pela qual serão enfatizados neste trabalho.



**Foto 02 – Madeira com fungo**



**Foto 03 – Madeira atacada por cupim**

Entre as 26 ordens de insetos existentes, cinco causam danos à madeira (Anônimo, 1969):

- a) Isóptera, que compreende os cupins ou térmitas;
- b) Coleóptera, representada pelos besouros, “carunchos” e “brocas”;
- c) Hymenóptera, representada pelas vespas, abelhas e formigas;
- d) Díptera, a qual pertencem as moscas e mosquitos;
- e) Lepidóptera, a qual pertencem as borboletas e mariposas.

Entre as cinco ordens de insetos comentadas anteriormente, neste trabalho será enfatizado apenas a ordem Isóptera, ou seja, cupins.

Existem aproximadamente 2.000 espécies diferentes de cupins. Conforme os hábitos de vida, os cupins podem ser divididos em três grupos (Anônimo, 1970):

- a) Cupins subterrâneos;
- b) Cupins de madeira úmida;
- c) Cupins de madeira seca.

Os cupins de madeira úmida atacam exclusivamente madeira com elevado teor de umidade. O ataque ocorre diretamente pelo ar, isto é, durante o enxame e, normalmente, não tem contato com o solo. Confinam suas atividades nas madeiras em condições bem abafadas, ordinariamente já apodrecidas. Entretanto, eles podem estender suas galerias nas partes de madeira adjacentes em bom estado de sanidade (Mendes, 1988).

Já os cupins de madeira seca são encontrados em regiões de clima quente e nas áreas subtropicais. Ao contrário dos anteriores, os cupins deste grupo habitam inteiramente a madeira seca (10 a 12% de umidade), não exigindo contato com o solo. Iniciando o ataque diretamente pelo ar, durante o enxame, cada par sexuado penetra na madeira através de rachaduras ou outras aberturas naturais e inicia a escavação para seu interior, fechando imediatamente a entrada com partículas da própria madeira (Mendes, 1988).

As medidas de preservação usadas no combate ao ataque de cupins, como na maioria das técnicas imunizadas contra outros agentes biológicos degradadores da madeira, visam, primeiramente, o envenenamento das substâncias nutrientes, uma vez que as demais condições vitais para estes organismos, tais como temperatura e umidade, são de difícil controle e, muitas vezes, impraticáveis (Mendes, 1988).

Os fungos são vegetais rudimentares, pois são desprovidos de clorofila. A deterioração da madeira, ocasionada por fungos, ocorre em diferentes formas. Em um caso extremo, eles podem decompor totalmente a madeira ou somente manchá-la (Kollman, 1968). Para a maioria dos fungos xilófagos, a temperatura ideal para o desenvolvimento varia entre 25° a 30°C. Contudo, o ataque de fungos pode ocorrer a temperaturas de 0° a 40°C havendo, porém, alguns fungos ainda ativos na madeira que, eventualmente, apresentam outros valores de temperatura (Mendes, 1988).

De um modo geral, o ataque de fungos ocorre quando a madeira apresenta umidade acima de 20%. As condições ótimas para o desenvolvimento de fungos ocorrem quando a umidade atinge o ponto de saturação das fibras. Neste ponto as paredes celulares se encontram completamente saturadas e o lúmen celular isento de água livre. Para o desenvolvimento de fungos xilófagos o pH ótimo situa-se na faixa ácida, entre 4,5 e 5,5, que coincide com os valores de pH apresentados pela maioria das espécies de madeira. O valor mínimo de pH para o desenvolvimento de fungos é 2,0 e o máximo é pouco acima de 7,0 (Mendes, 1988).

Considerando que a atuação dos vários agentes degradadores de madeira aqui apresentados, ocorre nas mais diversas condições em que a madeira se encontra, a conservação de toras nos pátios de estocagem ou mesmo na floresta é de grande importância.

Vários métodos são usados no sentido de salvaguardar a madeira da deterioração. Estes procedimentos vão depender do tipo de agente, o grau de proteção desejada e de inúmeros outros fatores que diferem entre si, em cada caso particular.

Diversos autores (Ostaff, 1976; Wagner, 1976; Wagner Jr., 1977), afirmam que o controle mais efetivo contra a deterioração de toras é o seu processamento, o mais rápido possível, após o abate.



**Foto 04 – Madeira com fungo**

## **4.2. DESCASCAMENTO DA MADEIRA**

A madeira a ser utilizada para a produção de celulose geralmente é descascada, pois a casca além de possuir fibras utilizáveis em quantidades relativamente pequenas, consomem maior quantidade de reagentes na polpação e no branqueamento, diminuindo o rendimento em celulose. Esta torna ainda mais difícil a lavagem e peneiração, além de afetar as propriedades físicas do produto e aumentar o teor de sujeira na pasta.

Muitas variáveis influenciam o descascamento da madeira em equipamentos industriais, sendo que a umidade, tanto da madeira como da casca, é um dos principais fatores.



*Foto 05 – Saída do tambor descascador*

O descascamento se apresenta fácil para baixo tempo de estocagem e difícil num período de 4 a 12 semanas e melhor eficiência após essa época, é o que afirmam Koleski e Primas (1977).

Segundo Seixas (1985) quando a madeira apresenta alta umidade, até 40 e 45 dias após o corte, a retirada de sua casca é bastante facilitada, após esse período, o descascamento se torna difícil e só volta a melhorar 120 dias após o corte.

A resistência ao descascamento varia de espécie para espécie, sendo que o *E. grandis* se apresenta como facilmente descascável e o *E. alba* com o mais difícil (Koleski e Primas, 1977).

O descascamento dentro da mesma espécie também varia: de fácil para solos férteis e difícil para solos pobres (Koleski e Primas, 1977).

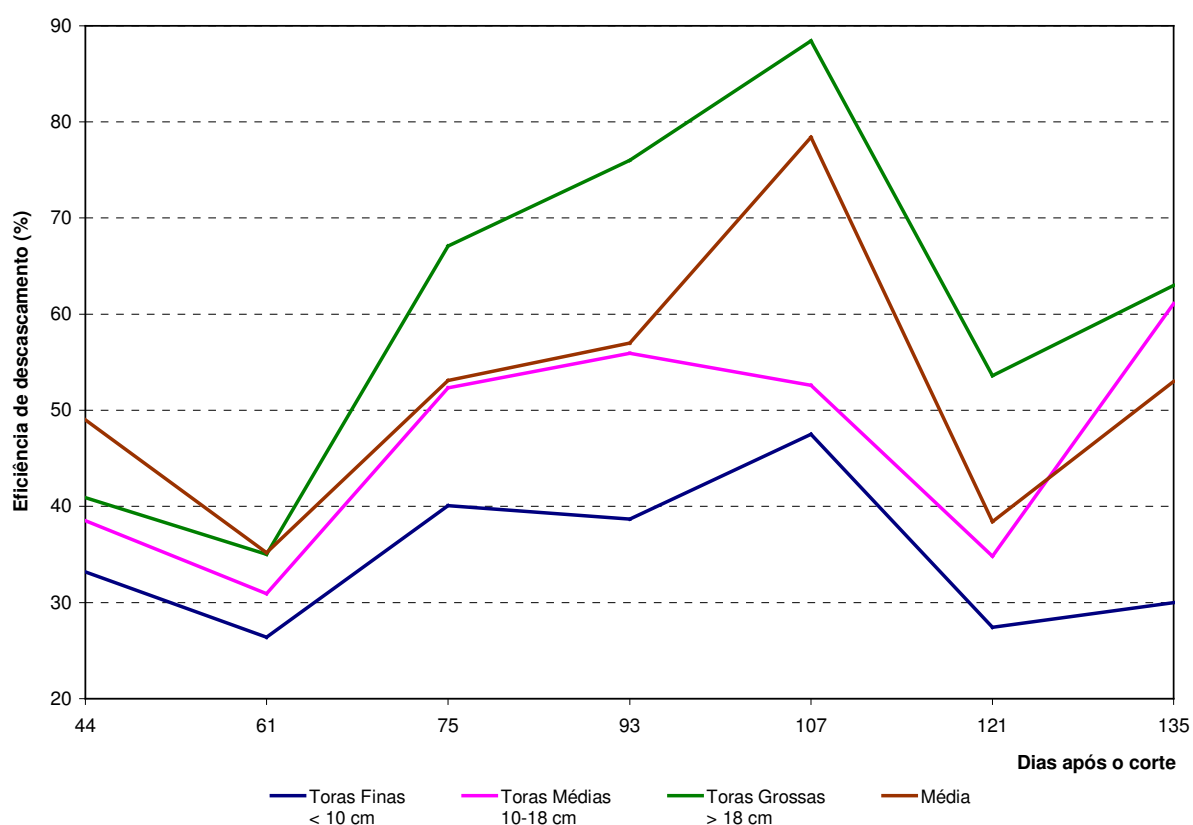
As estações do ano exercem influência na zona cambial da madeira, alterando assim a adesão com a casca (Koleski e Primas, 1977).

Mac Donald e Franklin (1969) afirma que o grau de curvaturas, bifurcações e fissuras influem negativamente no descascamento.

Segundo Koleski e Primas (1977) a dimensão, comprimento e diâmetro, dependendo do grau de uniformidade, contribuem para elevação dos toretes de quebras e exercem pouca influência no descascamento.

Porém, Mac Donald e Franklin (1969) relatam que toras com comprimento superior ao diâmetro do descascador tem descascamento irregular, pois o mesmo tem que ser sempre maior do que o tamanho das toras, para permitir a livre movimentação interna e aumentar a probabilidade de choques.

Num trabalho realizado por Camargo et ali (1988), com madeira de *E. grandis* Hill ex Maiden, onde foi avaliado a eficiência de descascamento em tambor rotativo, em função do tempo após o corte, onde os tempos de secagem foram separados em 07 tratamentos (44, 61, 75, 93, 107, 121 e 135 dias após o corte) e das classes de diâmetro.



A melhor eficiência de descascamento foi conseguida aos 107 dias após o corte e a menor aos 61 dias. As curvas de secagem da madeira e da casca foram típicas e a casca apresentou uma secagem mais rápida que a madeira. As toras de diâmetros maiores apresentaram melhor descascamento que toras de diâmetro médios e finas, quando comparadas em tempos de secagem semelhantes.

Toras finas não descascam bem, talvez por secarem mais rapidamente e pelo menor vigor de suas batidas, devido a sua fragilidade, não sendo suficiente para tirar-lhe a casca.

É sabido que madeira mais úmida é mais fácil de se retirar a casca uma vez que as células que os separam estão túrgidas e portanto menos próximas, que quando secas.

### **4.3. PESO DA MADEIRA**

Ao se processar a secagem da madeira, o que se faz é eliminar grande parte de sua umidade e, portanto, diminuir o seu peso, que poderá ser reduzido de um quarto a metade do peso inicial. Isto acarretará considerável economia por ocasião do transporte, visto que, caso contrário, estar-se-ia fazendo o transporte de água pela madeira.

Machado et al. (1989), apresentou um estudo que foi desenvolvido para se conhecer a curva de perda da umidade e/ou de peso pelas toras de madeira, com casca e sem casca, em função do tempo de secagem, da época e do local de colheita da madeira. Este estudo foi desenvolvido nas regiões de Guanhões (região alta) e Rio Doce (região baixa), da CENIBRA, com toras de madeira de *E. grandis* com 07 anos de idade e comprimento de 2,20 metros. As épocas de colheita estudadas forma:

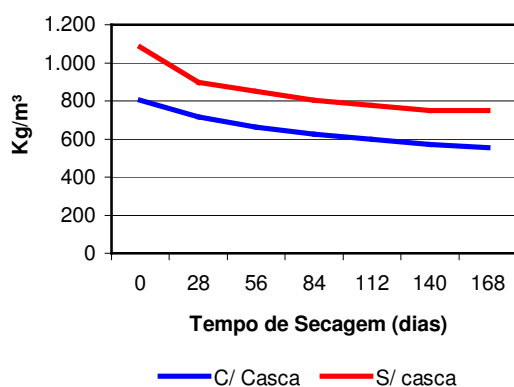
| <b>Fase</b> | <b>Região</b>                    |                                 |
|-------------|----------------------------------|---------------------------------|
|             | <b>Guanhões</b>                  | <b>Rio Doce</b>                 |
| <b>1ª</b>   | Fevereiro à Julho de 1988        | Janeiro à Junho de 1988         |
| <b>2ª</b>   | Dezembro de 1988 à Junho de 1989 | Outubro de 1988 à Março de 1989 |

O tempo de secagem estudado variou de ZERO a 168 dias após o corte das árvores.

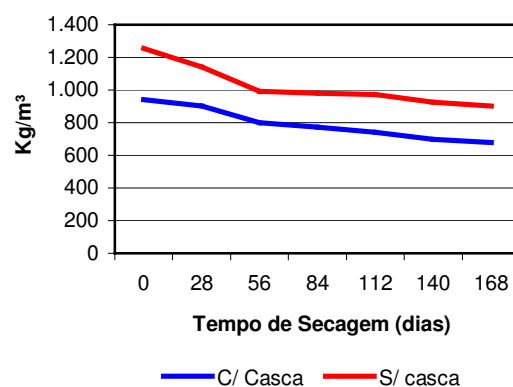
A variação de peso da madeira ( $\text{Kg/m}^3$ ) em função do local, época e tempo de secagem da madeira obtida foi a seguinte:

| TEMPO DE SECAGEM (dias) | GUANHÃES   |          |               |          | RIO DOCE   |          |               |          |
|-------------------------|------------|----------|---------------|----------|------------|----------|---------------|----------|
|                         | FEV-JUL/88 |          | DEZ/88-JUN/89 |          | JAN-JUN/88 |          | OUT/88-MAR/89 |          |
|                         | C/ Casca   | S/ casca | C/ Casca      | S/ casca | C/ Casca   | S/ casca | C/ Casca      | S/ casca |
| 0                       | 804,9      | 1.082,0  | 942,7         | 1.253,2  | 762,9      | 993,5    | 982,2         | 1.061,3  |
| 28                      | 715,4      | 898,8    | 903,2         | 1.140,3  | 665,3      | 798,4    | 891,9         | 858,1    |
| 56                      | 661,8      | 849,6    | 801,6         | 993,5    | 603,2      | 718,5    | 835,5         | 801,6    |
| 84                      | 625,0      | 804,9    | 773,4         | 982,3    | 567,7      | 700,8    | 824,2         | 790,3    |
| 112                     | 599,2      | 778,0    | 739,5         | 971,0    | 532,2      | 674,2    | 767,7         | 733,9    |
| 140                     | 572,4      | 751,2    | 700,0         | 925,8    | 523,4      | 665,3    | 722,6         | 700,0    |
| 168                     | 554,5      | 751,2    | 677,4         | 903,2    | 487,9      | 634,3    | 700,0         | 688,7    |

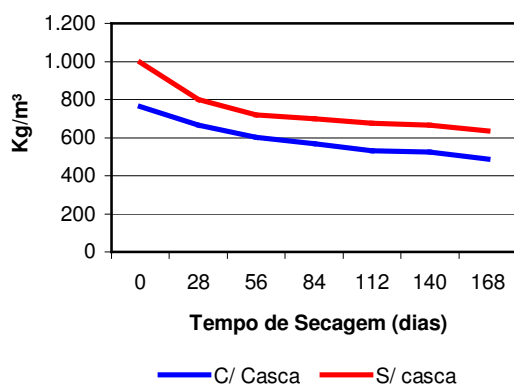
Varição de Peso da Madeira Guanhões (Fev - Jul/88)



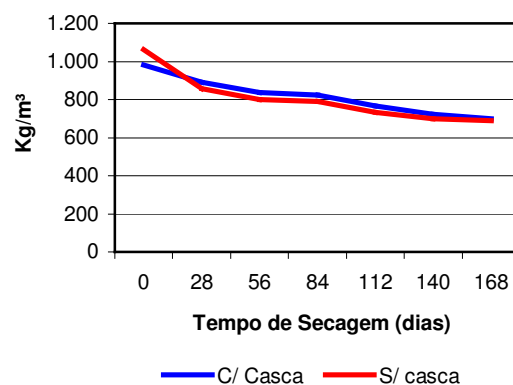
Varição de Peso da Madeira Guanhões (Dez/88 - Jun/89)



Varição de Peso da Madeira Rio Doce (Jan - Jun/88)



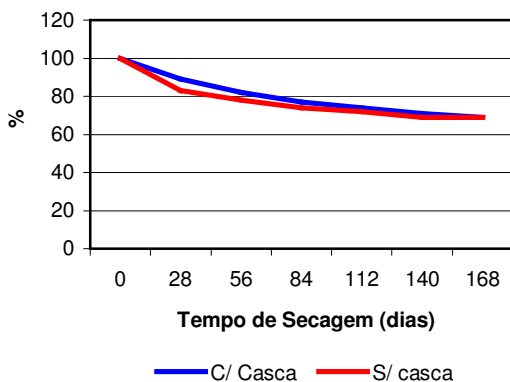
Varição de Peso da Madeira Rio Doce (Out/88 - Mar/89)



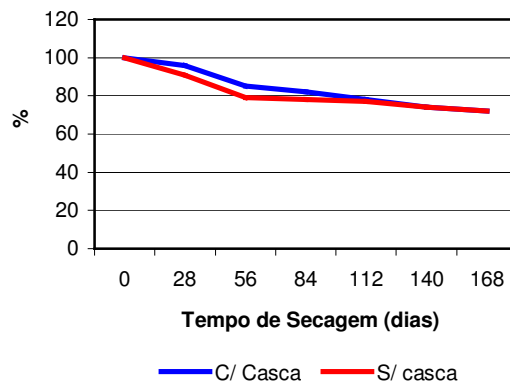
Já a variação de peso relativos (%) foi a seguinte:

| TEMPO DE SECAGEM (dias) | GUANHÃES   |          |               |          | RIO DOCE   |          |               |          |
|-------------------------|------------|----------|---------------|----------|------------|----------|---------------|----------|
|                         | FEV-JUL/88 |          | DEZ/88-JUN/89 |          | JAN-JUN/88 |          | OUT/88-MAR/89 |          |
|                         | C/ Casca   | S/ casca | C/ Casca      | S/ casca | C/ Casca   | S/ casca | C/ Casca      | S/ casca |
| 0                       | 100,0      | 100,0    | 100,0         | 100,0    | 100,0      | 100,0    | 100,0         | 100,0    |
| 28                      | 89,0       | 83,0     | 96,0          | 91,0     | 87,0       | 80,0     | 91,0          | 81,0     |
| 56                      | 82,0       | 78,0     | 85,0          | 79,0     | 79,0       | 72,0     | 85,0          | 75,0     |
| 84                      | 77,0       | 74,0     | 82,0          | 78,0     | 74,0       | 70,0     | 84,0          | 74,0     |
| 112                     | 74,0       | 72,0     | 78,0          | 77,0     | 70,0       | 68,0     | 78,0          | 69,0     |
| 140                     | 71,0       | 69,0     | 74,0          | 74,0     | 69,0       | 67,0     | 73,0          | 66,0     |
| 168                     | 69,0       | 69,0     | 72,0          | 72,0     | 64,0       | 64,0     | 71,0          | 65,0     |

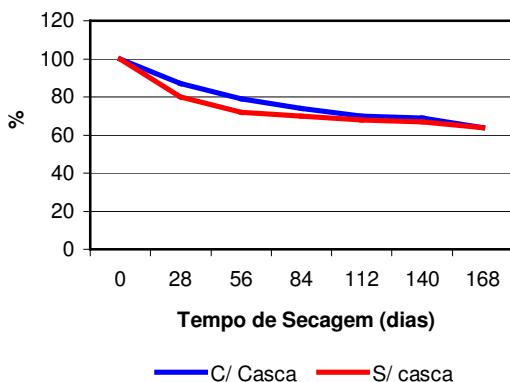
Varição de Peso Relativos Guanhões (Fev - Jul/88)



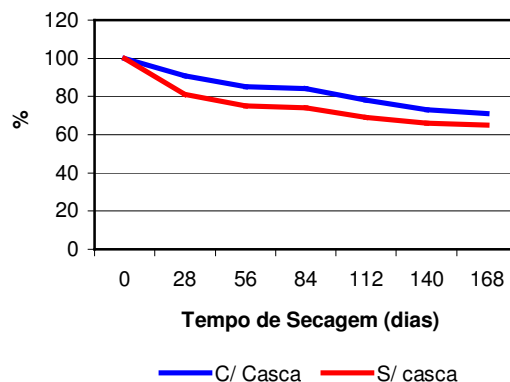
Varição de Peso Relativos Guanhões (Dez/88 - Jun/89)



Varição de Peso Relativos Rio Doce (Jan - Jun/88)

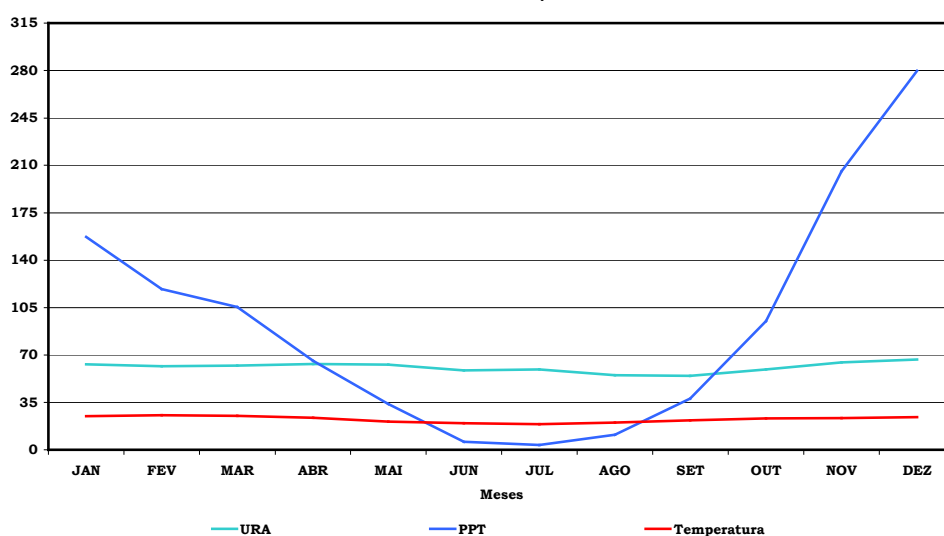


Varição de Peso Relativos Rio Doce (Out/88 - Mar/89)



Conforme pode ser observado nos gráficos anteriores, as perdas de peso da madeira sem casca e com casca para a região de Guanhães são semelhantes na primeira fase, cerca de 26% entre o terceiro e quarto meses. Por outro lado, na segunda fase a madeira sem casca e com casca apresentaram perda de peso de 25 e 19%, respectivamente, entre o terceiro e o quarto meses. Ao final de 168 dias as madeiras com e sem casca atingiram 30% de perda nas duas fases estudadas, ou seja, perderam de 4 a 11% de peso entre 120 e 168 dias de secagem. As perdas de peso das madeiras com e sem casca tendem a igualar após 150 dias de secagem. Para a região do Rio Doce, verifica-se que nos dois primeiros meses de secagem a madeira sem casca perde mais peso do que a madeira com casca, 27% e 14%, respectivamente. A madeira com casca apresentou perda de peso superior a madeira sem casca entre o terceiro e quarto meses. Esta superioridade foi de 9%. Após o quarto mês a madeira com casca e descascada perderam 6 e 5%, respectivamente, de peso até atingirem 168 dias de secagem.

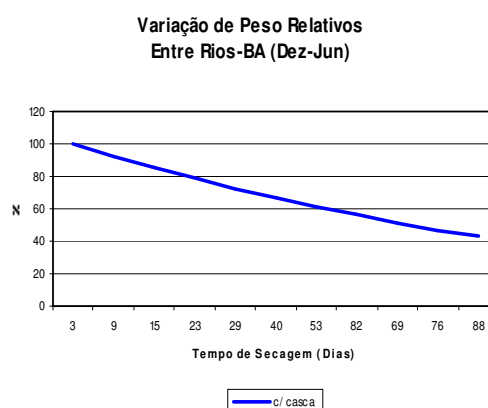
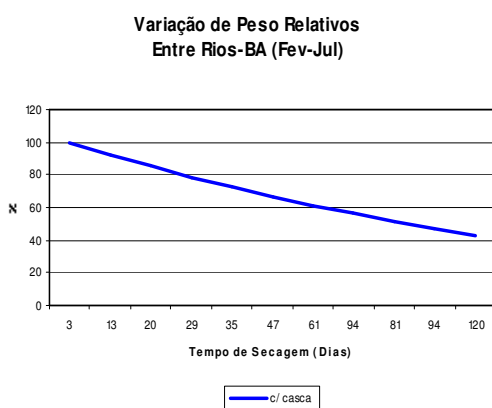
**AVALIAÇÃO METEOROLÓGICA  
GUANHÃES - 90/00**



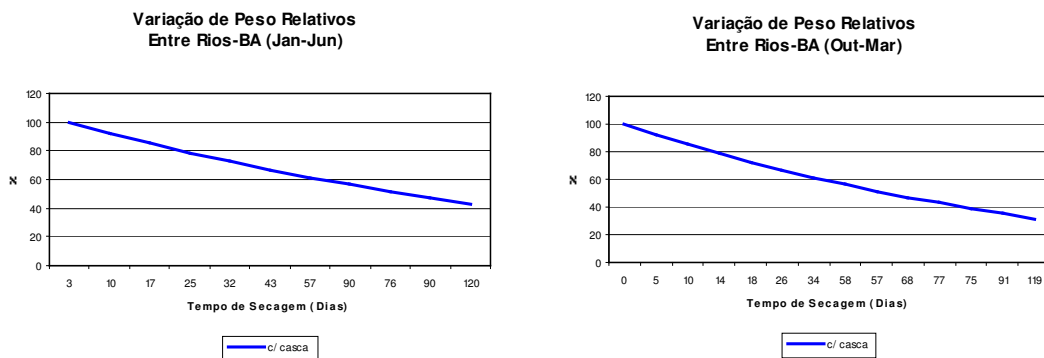
Independente da divisão operacional, do tipo de madeira e da fase de instalação do experimento, as maiores perdas de peso ocorreram entre o terceiro e quarto meses. Após o quarto mês a madeira com e sem casca apresentaram baixas perdas de peso, variando de 3 a 11%.

Leite et al (2000) conduziu um estudo nas regiões de Entre Rios e Inhambupe, na Bahia, com os objetivos de construir curvas de secagem ao ar livre para madeira de *E. urophylla* e para o híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, bem como analisou o efeito da posição e da dimensão das toras sobre o teor de umidade. Concluíram que o tempo ótimo depende do local, da espécie e da época em que as árvores são abatidas e deve ser determinado de acordo com estes fatores. Os menores teores de umidade, para um mesmo número de dias de secagem, foram encontrados nos meses de menor intensidade de chuvas, época em que se obteve umidades próximas à umidade de equilíbrio higroscópico, e em um período inferior a três meses.

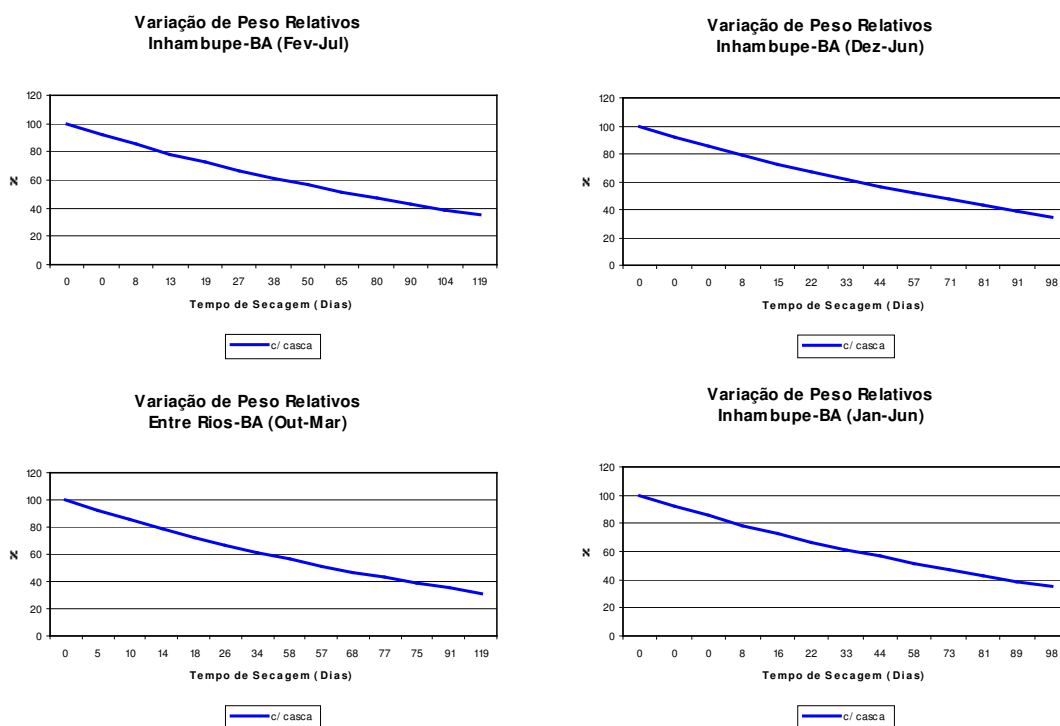
Com base nos dados do trabalho de Leite et al (2000), foi montado os gráficos a seguir, considerando os mesmos meses que foram realizados os testes de Machado et al (1989) na região de Guanhões.



Da mesma maneira foi feito para o período do teste realizado na região do Rio Doce.



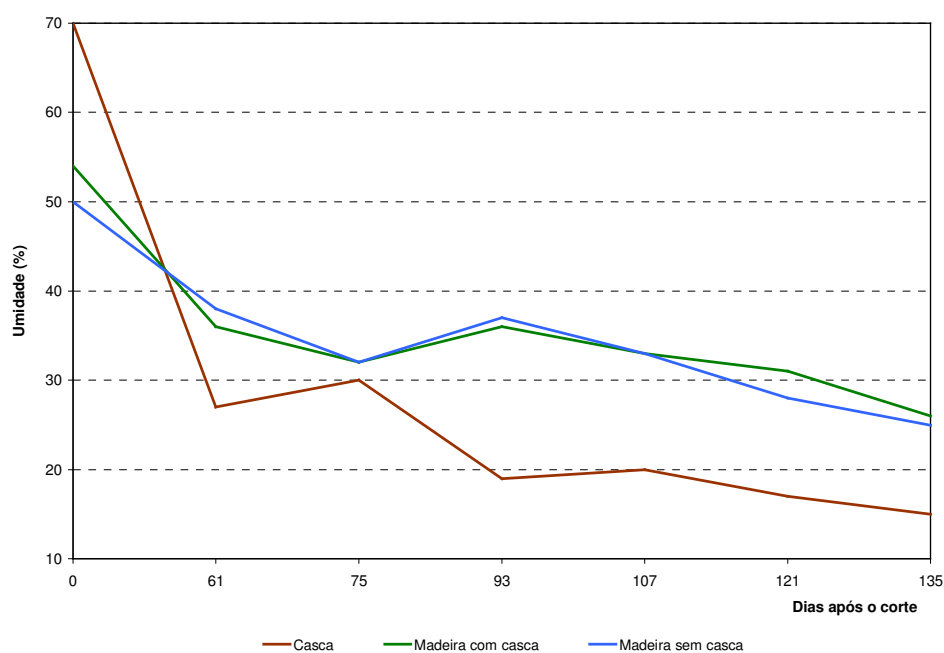
A montagem destes gráficos também se repetiu para a região de Inhambupe para os mesmos períodos e regiões já descritos anteriormente.



Analisando os resultados dos estudos de Leite et al e Machado et al, pode-se dizer que o tempo ótimo de secagem da madeira ao tempo depende do local, da espécie e da época em que as árvores são abatidas. Verifica-se também, que há uma perda de umidade significativa até os três primeiros meses, independente da época do ano.

Camargo et al (1988) avaliou a curva de secagem de madeira de *E. grandis*, com aproximadamente 08 anos de idade, no município de Guararema no estado de São Paulo no período de julho à outubro. No estudo os tratamentos foram divididos em 07 épocas de corte diferentes, conforme quadro a seguir.

No gráfico a seguir, observa-se uma típica curva de secagem de madeira, onde esta, quando verde apresenta elevados valores de umidade, entre 50 a 60%. Depois, nas primeiras semanas após o abate ela perde rapidamente a umidade, tornando-se, mais tarde, praticamente constante e mais sensível as variações ambientais.



O estudo de Camargo et al vem reafirmar o comentário anterior onde os trabalhos de Leite e Machado mostram uma perda significativa de umidade nos três primeiros meses.

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Como conclusão geral, pode-se dizer que é recomendável deixar a madeira por um período máximo de 3 a 4 meses no campo, pois acima deste período a taxa de secagem é relativamente mais lenta e o risco de favorecimento a degradação biológica da madeira aumenta, além da indisponibilidade de área para a realização do baldeio em áreas acidentadas e para a silvicultura efetuar o plantio ou condução a regeneração destas áreas. Abaixo deste período temos algumas implicações com o descascamento da madeira, onde a eficiência de descascamento é comprometida para períodos, pós-corte, entre 45 e 120 dias. Para períodos inferiores a 45 dias e superiores a 120 dias a retirada da casca é bastante facilitada.

Para o transporte de madeira, a permanência da madeira no campo por um período superior a 2 meses seria interessante, pois a redução no custo com frete seria bastante significativa, caso a remuneração das empresas contratadas seja por toneladas de madeira transportada. Mas, deve-se atentar para que o peso total da carga transportada de uma única vez, por determinado veículo, não seja inferior a capacidade de carga do implemento, pois os custos que compõem as planilhas de frete são baseados na capacidade de carga dos implementos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- PINHEIRO, A. L. Considerações sobre taxonomia, filogenia, ecologia, genética, melhoramento florestal e a fertilização mineral e seus reflexos na anatomia e qualidade da madeira. Viçosa: SIF, 1999. 144p.: il.
- GOMES, A. N. , LEITE, H. G. e ALVES, J. C. Z. O. Teor de Umidade da madeira em função do tempo de secagem. Viçosa: UFV.
- CENIBRA. Variação do teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis* estocada no local de corte. Belo Oriente: CENIBRA, 2000.
- GOMIDE, J. L. Secagem de Madeira. Viçosa: UFV, 1973. 76p.: il.
- CAMARGO, F. R. A., AMARAL, W. A. N. e PAULINO, A. Secagem de madeira roliça com casca e eficiência de descascamento de toras de *E. grandis* Hill ex Maiden, em função do tempo após corte e classes de diâmetro. Anais do 21º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABCP. São Paulo: ABCP, 1988. 43-55p.
- GALVÃO, A. P. M. e JANKOWSKY, I. P. Secagem racional da madeira. São Paulo: Nobel, 1985. 108p.: il.
- MENDES, A. S. A degradação da madeira e sua preservação. Brasília: IBDF/DPq-LPF, 1988. 57p.: il.
- ANÔNIMO. The house longhorn beetle. Forest Products Research Laboratory, Princes Risborough, Aylesbury, Buckes. Technical Note N° 39, 1969.
- ANÔNIMO. The death-watch beetle. Forest Products Research Laboratory, Princes Risborough, Aylesbury, Buckes. Technical Note N° 45, 1970.
- KOLLMAN, F.F.P. e CÔTE, Jr.W.A. Principles of wood science and technology I. Solid wood. Berlim, Springer-verlag, 1968, 552p.

- LEPAGE, E.S. Preservação de madeiras. Boletim técnico Conv. IBDF-IPT-ABPM, São Paulo, 1974. 2(1):37-83.
- OSTAFF, D. Protect your logs-don't give wood bores chance. Canadian Forest Service, Eastern Forest Products Lab. Ottawa, Canadá, 1976 (Bulletin LD 8E).
- WAGNER, F.G. Experience with stain, decay and insects in mid-south log storage yard. Southern Lbrman 323(2874), 1976.
- WAGNER, Jr.F.G. Preventing degrade in storage southern longs. Southern Lbrman 235(2920), 1977.
- DELLA LUCIA, R.M. et. Alii. Correção das leituras do medidor elétrico de umidade para 22 espécies de madeira. Revista Árvore, Viçosa, 16(2):202-208, 1992.
- LEITE, H.G., VITAL, B.R. e GOMES, A.N. Teor de umidade da madeira de eucalipto em função do tempo de secagem. Revista O Papel, 61(10):87-100, 2000.