

**RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO E O TEOR DE UMIDADE  
EM MADEIRA DE *Pinus elliottii*, EM VÁRIOS ÂNGULOS DE  
GRÃOS**

RELATIONSHIP BETWEEN SHRINKAGE AND WOOD MOISTURE OF  
*Pinus elliottii* and *Pinus taeda* PINE IN DIFFERENT GRAIN ANGLES

Sidon Keinert Jr.<sup>1</sup> Emmanuel C. E. Rozas M.<sup>2</sup> José Alfredo Esturion<sup>3</sup>  
Dirce Kinue Matsunaga<sup>2</sup> Mário Alberto Miguel Alberto<sup>2</sup>  
Carlos Roberto Rincoski<sup>2</sup>

**RESUMO**

Duas espécies de *Pinus* (*Pinus elliottii* e *Pinus taeda*) foram utilizadas para realizar o presente estudo. Procurou-se correlacionar através de uma equação de regressão linear, o teor de umidade e a contração da madeira, considerando três ângulos de grã (30°, 45° e 90°). Existe para as duas espécies uma alta correlação entre a concentração e o teor de umidade da madeira, entre o P.S.F e o % de umidade, para os diferentes ângulos estudados. As equações de regressão linear encontradas para ambas as espécies podem ser usadas sem maiores erros de cálculos para a determinação da contração da madeira a diferentes teores de umidade.

**Palavras-chave:** *Pinus elliottii*; *Pinus taeda*; contração; umidade.

**ABSTRACT**

Two species of *Pinus* (*Pinus elliottii* and *Pinus taeda*) were utilized for the

- 1 Engenheiro Florestal, Ph.D., Professor Titular do Departamento de Engenharia e Tecnologias Rurais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 632, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil.
- 2 Engenheiro Florestal, Mestrando pelo Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 632, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil.
- 3 Engenheiro Florestal, MSc., Doutorando pelo Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 632, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil.

present study. Regression equations were adjusted in function of moisture content and shrinkage values in three different grain angles (30°, 45° and 90°). High correlation coefficients were found between shrinkage and moisture content from P.S.F. to 0% on the different grain angles. The adjusted equations can be used for the estimation of shrinkage (radial and tangential) for similar situations.

**Keywords:** *Pinus elliottii*; *Pinus taeda*; shrinkage; moisture.

## INTRODUÇÃO

As alterações nas dimensões da madeira em decorrência da perda de água higroscópica, que ocorre abaixo do ponto de saturação das fibras (P.S.F.), constituem-se em uma de suas propriedades físicas mais importantes (STAMM, 1964; SKAAR, 1972; NOCK et al., s.d.). A amplitude dessa alteração afeta e limita consideravelmente a utilização da madeira em diversos segmentos industriais. Espécies podem ser vetadas, quando a estabilidade dimensional for fator importante. Por outro lado, o estudo da variação dimensional da madeira tem permitido o aproveitamento de espécies menos estáveis, bem como relacionar o seu uso na manufatura com produtos dotados de maior estabilidade, como o compensado. O desdobro de toras pode também ser efetuado com melhor técnica, resultando em um material mais estável (GALVÃO & JANKOWSKY, 1985).

Comstock (1965), com base em resultados de vários pesquisadores, ressaltou que a relação linear existente entre a concentração da madeira e seu teor de umidade, desde o P.S.F. até o teor de umidade da madeira teoricamente isenta de água (0% de umidade), constitui-se em um método aproximado para se determinar a contração. Destaca, porém, que esse procedimento tem basicamente duas limitações:

- a) A verdadeira relação entre a contração e o teor de umidade, não é exatamente linear;
- b) O ponto de saturação das fibras não é um valor constante para todas as espécies, podendo também variar entre árvores da mesma espécie.

Mac Lean (1945), citado por Comstock (1965), destacou que a orientação dos anéis de crescimento, ou seja, o ângulo da mesma em relação à orientação do corte deve ser considerada para se prever com maior exatidão a contração da madeira em função da variação de seu teor de água higroscópica.

O presente trabalho teve por objetivo determinar equações de

regressão linear, que permitissem prever as contrações radial e tangencial da madeira de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, em função de seu teor de umidade e a orientação dos anéis de crescimento, em diferentes ângulos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* utilizados para a obtenção dos corpos de provas foram implantados em novembro de 1979, no município de Colombo – PR, localizado na latitude de 25°20'S e longitude de 49°14'W, a uma altitude de 920 metros.

O clima da região é classificado segundo Koeppen, como do tipo Cfb, sempre úmido, clima pluvial quente temperado, com uma temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio, superior a 10°C, com cinco geadas por ano.

O espaçamento de plantio foi de 3,0 x 2,0 m. Para este estudo foram obtidas ao acaso, três árvores de cada espécie em setembro de 1991, (aos 11 anos e 10 meses de idade). Os povoamentos não foram explorados nesse período.

As árvores amostradas apresentaram por ocasião do corte, uma altura média de 16,62 m e um DAP médio de 31,51 cm. De cada árvore foram obtidos, a partir de 1,30 m de altura, de três a cinco discos, com 15,0 cm de espessura, para a obtenção dos corpos de prova. Destes discos, obteve-se 30 corpos de prova por espécie, os quais foram divididos em três grupos, de acordo com a sua orientação. Com respeito aos anéis de crescimento, consideraram-se os ângulos de 30°, 45° e 90°, dando uma média de 10 corpos de prova para cada ângulo. As dimensões destes foram de 25,0 x 25,0 x 100,0 mm.

As amostras foram secas, a dois teores de umidade, pela sua exposição a duas diferentes umidades relativas: 60 – 65% (12,0% teor de umidade de equilíbrio), e 30% de umidade relativa (6% teor de umidade de equilíbrio). Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a 103° +/- 5°C até peso constante.

Após a madeira ter chegado a seu teor de umidade de equilíbrio, mediram-se os corpos de prova tanto no comprimento como no sentido radial e tangencial aos anéis de crescimento, em três pontos previamente estabelecidos. Mediram-se também os corpos de prova no estado verde e anidro, nos mesmos pontos.

A partir desses dados, determinaram-se equações de regressão linear parcial, entre os teores de umidade da madeira de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, para os três ângulos de grã considerados. Determinou-se também, com base nos três ângulos, a variação do teor de umidade entre o P.S.F. e 0%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto para o *Pinus taeda* como para o *Pinus elliottii*, os coeficientes de determinação superiores a 88%, demonstraram que é possível prever com precisão, através das equações lineares parciais obtidas, as alterações nas dimensões da madeira em função da variação de seus teores de umidade entre o P.S.F. e a 0% (Tabela 1).

TABELA 1: Equações de regressão linear entre a contração (C) e o teor de umidade (Tu), para *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*.

TABLE 1: Linear regression equations between contraction (C) and moisture content (Tu) for *Pinus taeda* and *Pinus elliottii*.

Ângulo	Equações de Regressão Linear			
	<i>Pinus taeda</i>		<i>Pinus elliottii</i>	
	Equações	r <sup>2</sup> (%)	Equações	r <sup>2</sup> (%)
90°	Cr = 4,59 – 0,158Tu	98,4	Cr = 2,86 – 0,097Tu	96,1
	Ct = 8,04 – 0,277Tu	98,7	Ct = 6,64 – 0,227Tu	98,2
45°	Cr = 5,40 – 0,185Tu	98,4	Cr = 4,79 – 0,169Tu	98,2
	Ct = 6,17 – 0,214Tu	98,2	Ct = 4,75 – 0,165Tu	98,8
30°	Cr = 5,72 – 0,198Tu	99,1	Cr = 4,76 – 0,168Tu	99,8
	Ct = 6,65 – 0,229Tu	98,7	Ct = 4,85 – 0,168Tu	98,8
Total	Cr = 5,24 – 0,180Tu	95,3	Cr = 4,13 – 0,144Tu	82,8
	Ct = 6,95 – 0,240Tu	93,4	Ct = 5,41 – 0,187Tu	88,5

Calculando-se a contração total, a partir da equação de regressão linear total encontrada para *Pinus elliottii*, tem-se que, a contração radial (Cr) é igual a 4,13%, a contração tangencial (Ct) é igual a 5,41% e a contração volumétrica (Cv) é igual a 9,54%. Se forem comparados estes valores com os encontrados por Tomaselli (1979) (Cr = 4,25%, Ct = 7,20% e Cv = 11,73%), verifica-se que entre a contração radial existe uma diferença de 1,79% e entre

a contração volumétrica de 2,19%.

Da mesma forma, para a madeira de *Pinus taeda*, a contração radial é igual a 5,24%, a contração tangencial é 6,95% e a contração volumétrica é 12,19%, calculados através da equação de regressão linear total. Comparando-se estes valores com os obtidos por Tomaselli (1979) (Cr = 4,75%, Ct = 7,20% e Cv = 11,73%), verifica-se que entre a contração radial existe uma diferença de 0,49%, entre a contração tangencial de 0,25 e entre a contração volumétrica de 0,46%. Isto demonstra a aplicabilidade das equações encontradas.

## CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Para as duas espécies estudadas, existe uma alta correlação entre a contração e o teor de umidade da madeira, no intervalo entre o P.S.F. e 0% de umidade, para os diferentes ângulos estudados;
- Para os cálculos específicos nos diferentes ângulos de grã devem-se usar as equações estimadas;
- As equações de regressão linear total obtidas para as duas espécies, podem ser utilizadas, pois sua aplicabilidade foi demonstrada com relação a valores reais determinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMSTOCK, G. L. **Shrinkage of coast-type Douglas-Fir and old-growth Redwood boars Research Paper**. Madison, Wis. U.S. Forest Service. Forest Product Laboratory. May. 1965. 19p.
- GALVÃO, A. P. M., JANKEWSKY, I. P. **Secagem racional de madeira**. São Paulo, 1985. 111p.
- GREEN, W. O. **Moisture content and the shrinkage of lumber**. Research Paper FAL-ap-489. Forest Products Laboratory, 1989. 11p.
- NOCK, H. P., RICHTER, H. G., BURGER, L. M. **Tecnologia da madeira**. Curitiba: UFPr, [ s.d], 202p.
- SKAAR, A. S. **Water in wood**. New York: Syracuse University Press, 1972. 218p. (Syracouse wood science series, 4).
- STAMM, A. S. **Wood and cellulose science**. New York: The Ronald Press, 1964. 549p.
- TOMASELLI, I. **Comparação da qualidade da matéria de Araucaria**

***angustifolia* e *Pinus* sp. produzida em reflorestamentos.** Anexo: Relatório final. Curitiba, 1979. Convênio FINEP, UFPR, n.18/79.