



ESTUDO DO COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus spp*

BILESKEY, Luciano Rossi¹; COSTA, Daiane de Moura²; ZYCH, Luis Eugênio²; OLIVEIRA, Silvana Cunha Rodrigues²

RESUMO – (ESTUDO DO COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus spp*) A madeira como material renovável tem sido cada dia mais utilizada nos mais diversos ramos, como construção civil e mobiliário. O conhecimento das propriedades físicas da madeira é fundamental para a otimização do seu uso e o desenvolvimento de novas tecnologias. A dilatação térmica dos materiais é ponto importante para este desenvolvimento. A madeira de *Eucalyptus spp.*, tem sido cada dia mais utilizada devido a sua disponibilidade com o aumento das florestas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento das dimensões da madeira de *Eucalyptus spp*, nos três referenciais de simetria *LRT*. O presente estudo demonstrou a existência da dilatação térmica linear, além da retratibilidade nas três direções de simetria do material, podendo estas propriedades serem relevantes para determinadas aplicações da madeira.

Palavras-chave: Temperatura. Dilatação térmica linear. Expansão térmica.

STUDY OF THE COEFFICIENT OF THERMAL DILATATION OF *Eucalyptus spp* WOOD

ABSTRACT – (STUDY OF THE COEFFICIENT OF THERMAL DILATATION OF EUCALYPTUS SPP WOOD) Wood as renewable material has been increasingly used in various branches such as construction and furniture. The knowledge of the physical properties of wood is critical to optimizing the use and development of new technologies. The thermal expansion of materials is an important point for this development. The wood of *Eucalyptus Spp.* has been increasingly used due to its availability with the increase of forests. This study aimed to evaluate the thermal expansion of *Eucalyptus Spp.* in three references symmetry *LRT*. This study demonstrated the existence of expansion in three directions of symmetry of the material that could be relevant for certain applications of wood.

Keywords: Temperature. Linear thermal expansion. Thermal expansion.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais mais utilizados pelos seres humanos desde a antiguidade, por sua abundância e fácil manipulação para usinagem, biomassa entre outras aplicações tecnológicas. Conhecer as propriedades dos materiais significa que seu

uso pode ser otimizado gerando economia e eficiência em sua aplicação (MORESCHI, 2007). Diversos trabalhos têm procurado identificar quais os fatores que afetam as propriedades físico-mecânicas da madeira e os que podem ser inerentes à própria

¹Tecnologia em Silvicultura, Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, FATEC, Capão Bonito, SP, Brasil (luciano.bilesky@fatec.sp.gov.br)

²Engenharia Florestal, Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, FAIT, Itapeva, SP, Brasil

madeira, como também ao ambiente onde a árvore se desenvolve (CARRASCO, 2010).

A madeira é um material heterogêneo que possui grande variabilidade de constituição tanto em uma mesma espécie, como em uma mesma árvore dependendo de sua constituição. O ambiente, bem como sua manipulação, pode afetar as características da madeira e conseqüentemente, sua qualidade; as propriedades físico-mecânicas da madeira de árvores plantadas em um ambiente exótico podem ser significativamente diferentes, muitas vezes, daquelas cultivadas em um ambiente nativo.

Para caracterizar o comportamento da madeira devido a sua heterogeneidade é utilizado as direções de referência *LRT*, sendo *L* é a direção longitudinal ao tronco da árvore, *R* radial seguindo as células de raio e *T* que é a direção tangencial aos anéis de crescimento como pode ser observado na figura 1 (BILESKY, et al. 2016).

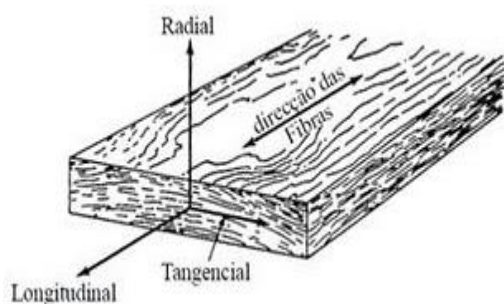


Figura 1: Direções dos eixos principais.

As propriedades termofísicas dos materiais têm sido cada vez mais estudadas com o objetivo de identificar o comportamento à variação de temperatura assim como a transferência de calor, poder calorífico e resistência à combustão, a madeira também se enquadra nos materiais deste interesse devido ao seu uso significativo em estruturas civis e biomassa (PINTO, 2005).

Temperatura pode ser definida como o grau médio de agitação das moléculas do material (HALLIDAY, et al. 2002). A variação desta grandeza ocasiona a variação das dimensões do material em que o fenômeno ocorre, podendo assim provocar deformações e ocorrências indesejáveis com a estrutura em que o material é utilizado. Esta variação nas dimensões dos corpos devido à variação de temperatura denomina-se Dilatação Térmica.

A temperatura ambiente, em quase todos os lugares da Terra, sofre variações apreciáveis do dia para a noite, de uma estação para outra, entre o dia e a noite e até mesmo no mesmo período. Assim, os objetos existentes nesses lugares, evidentemente, terão suas dimensões alteradas periodicamente. Para permitir que essas alterações ocorram sem causar danos, espaçamentos (fendas de dilatação) são deixados propositalmente para atenuar tal efeito (FIGUEROA, 2005). Em pontes,

viadutos, estruturas de construção civil, também há fendas de dilatação para possibilitar a expansão da estrutura.

Este trabalho teve como objetivo a determinação do coeficiente de dilatação linear da madeira de *Eucalyptus Spp.* para avaliar a influência desta propriedade no comportamento do material.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização das medições foi selecionado um caibro de madeira de *Eucalyptus Spp.*, em uma loja na cidade de Itapeva-SP tomando o cuidado de selecionar aquele que estivesse serrado nos eixos *LRT*. A revenda não possuía informações quanto a espécie de *Eucalyptus*, a data do corte da árvore, teor de umidade ou qualquer procedência do material. Por ser um material que está pronto para o consumo, foi selecionado para análise de seu comportamento quanto a dilatação térmica para verificar a influencia em suas dimensões.

A dilatação térmica linear é aquela que ocorre significativamente em uma direção do corpo em análise, podendo ser determinado a taxa, qual, é a variação deste comprimento por unidade de temperatura variada, a esta taxa denominamos de coeficiente de dilatação linear, representado por α na equação 1.

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta \theta} \quad (01)$$

Onde:

ΔL = variação de Comprimento.

α = coeficiente de dilatação linear

$\Delta \theta$ = variação de temperatura

L_0 = comprimento inicial.

A variação de comprimento ΔL pode ser determinada pela equação 2:

$$\Delta L = L_f - L_0 \quad (02)$$

Onde: L_0 é o comprimento inicial com uma temperatura θ_1 e L_f é o comprimento final com temperatura θ_2 .

Para a realização do ensaio para a determinação do coeficiente de dilatação linear da madeira de *Eucalyptus Spp.* foi construído um corpo de prova de formato cúbico cujas dimensões são de 100 mm de comprimento, 50 mm largura e 50 mm altura, respectivamente. Estas dimensões foram selecionadas por representar uma porção suficientemente adequada para a observação de suas variações como mostrado por Bilesky et al. (2011).

Este ensaio foi realizado com o auxílio de uma estufa cuja temperatura pode ser controlada sistematicamente na FAIT cidade de Itapeva-SP. Os corpos de prova foram colocados no interior da estufa como

pode ser verificado na figura 2 e sua temperatura foi variada 30°C, 35°C e 40°C, obedecendo a escala mostrada na Tabela 1.

Tabela 1- Escala de controle das temperaturas na estufa.

Horário	Temperatura °C
9:00	30
15:00	35
18:00	40



Figura 2- Corpos de prova no interior da estufa.

As medições das dimensões do corpo de provas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro nos horários mostrados na tabela 1 da escala de controle da temperatura durante 10 dias. Foi tomado o cuidado para que as medidas fossem realizadas sempre no mesmo ponto para minimizar os erros de leitura e medições do instrumento.



Figura 3 – Medição das dimensões do corpo de prova.

Para o ensaio foram construídos 12 corpos de prova e selecionado 5 com a geometria mais definida e ausência de defeitos como nós e madeira de reação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram tratados estatisticamente e apresentados em gráficos que podem ser apreciados nas figuras 4, 5 e 6.

Na figura 4 são mostradas as dimensões médias dos corpos de prova na direção longitudinal, verifica-se que o comprimento L tem um comportamento anômalo com módulo maior na temperatura de 30°C que na temperatura de 35°C. Esperava-se que quanto maior fosse a temperatura, maior seria o comprimento L em sua respectiva direção. Auxiliado pelas figuras 5 e 6 verifica-se que o comportamento anômalo é tendência na direção radial e também na tangencial.

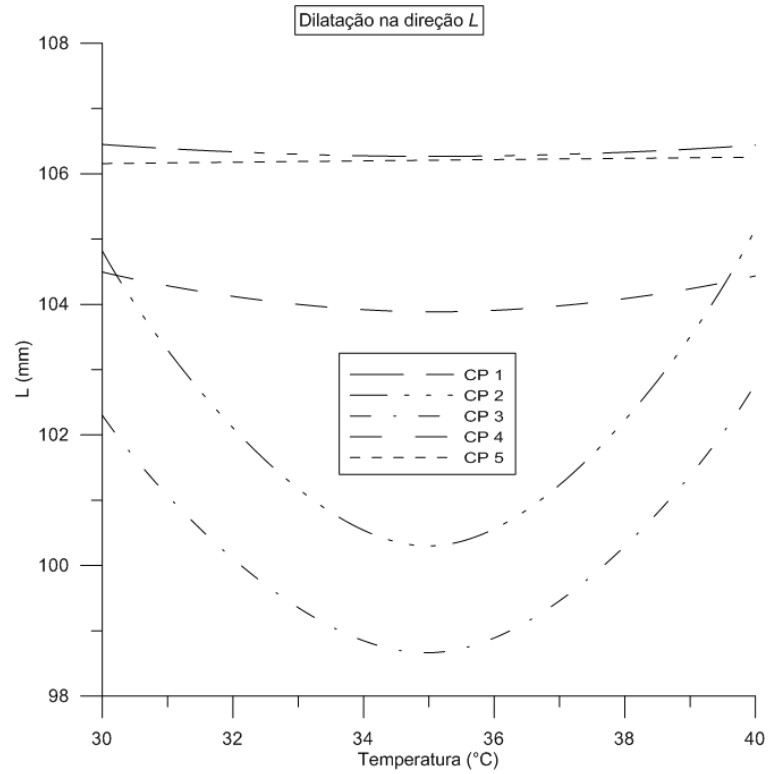


Figura 4 – Dimensões médias dos corpos de prova na direção longitudinal em função da temperatura.

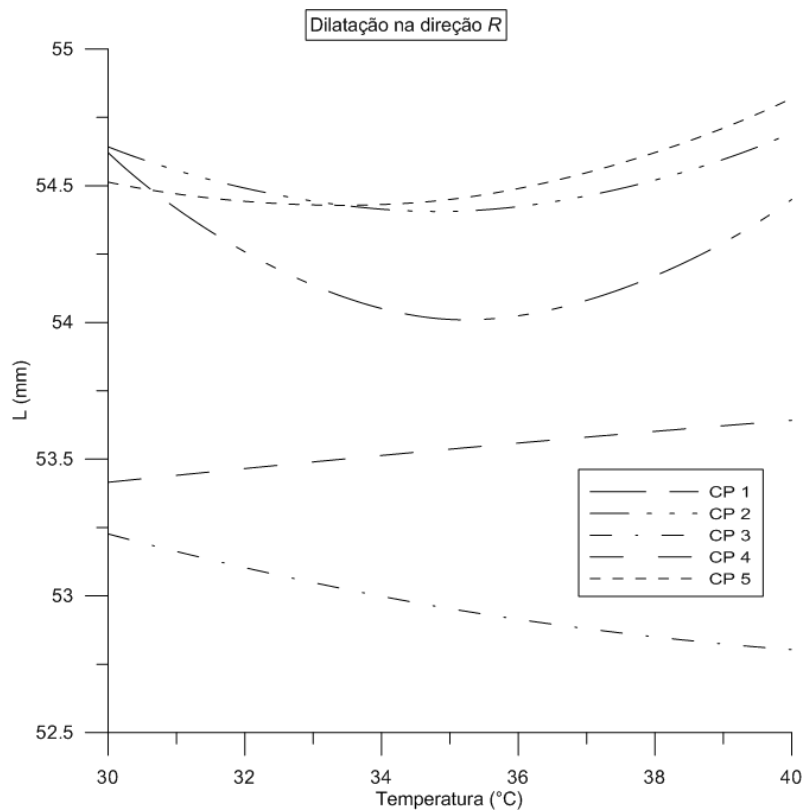


Figura 5 - Dimensões médias dos corpos de prova na direção radial em função da temperatura.

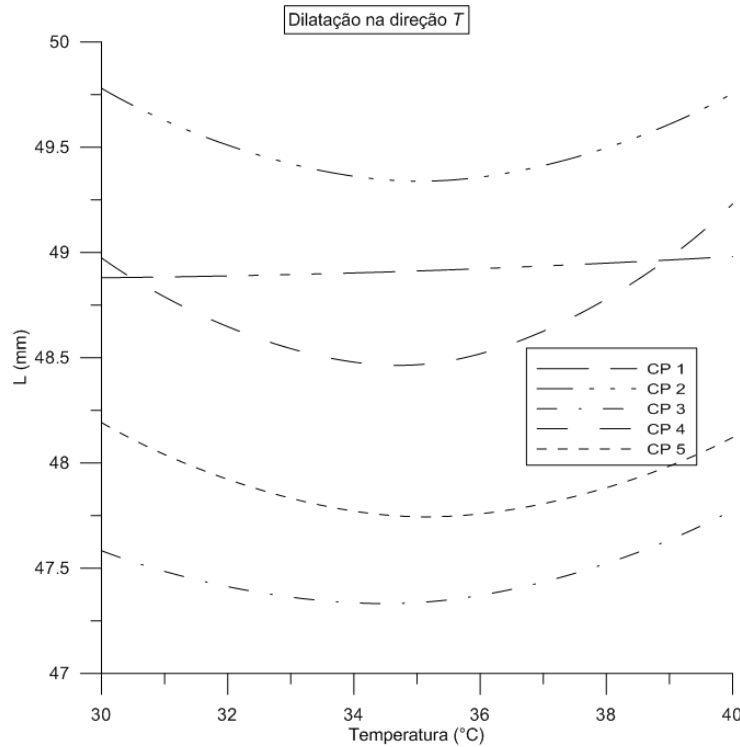


Figura 6 - Dimensões médias dos corpos de prova na direção tangencial em função da temperatura.

Tal comportamento pode ser explicado pelas deformações que houveram nos corpos de prova, assim como o aparecimento de rachaduras e empenamento da madeira de *Eucalyptus Spp.* tal ocorrido se deve pelo fato da madeira não se encontrar seca. Durante o ensaio o corpo de prova diminuiu seu teor de umidade de forma não uniforme, propiciando tensões internas no corpo de prova ocasionando os defeitos não desejados.

Para a dilatação anômala verificada através dos gráficos é levantada a hipótese de que com a temperatura de 30°C a madeira aumentava o seu teor de umidade

durante a noite, devido ao fato da estufa ser com circulação de ar e não haver controle de umidade, desta forma ocorrendo o fenômeno da retratibilidade com inchamento da madeira e conseqüentemente o aumento das dimensões. Em 35°C o teor de umidade diminuía conseqüentemente diminuindo as dimensões do corpo de provas. Quando aumentado para 40°C e com a madeira com o teor de umidade constante a temperatura mostra-se aparente o aumento da dimensão do corpo de prova pelo efeito da dilatação térmica.

Em análise dos gráficos obtidos, pode-se observar que a influência tanto da umidade, quanto da temperatura nas

dimensões do corpo de prova são maiores na direção L , pois a curva apresenta-se mais acentuada.

4. CONCLUSÕES

O ensaio demonstrou inconclusivo quanto a determinação do coeficiente de dilatação térmica da madeira de *Eucalyptus* spp., porém ficou evidenciado os efeitos da umidade e do fenômeno da retratibilidade no material.

A direção L (longitudinal) demonstrou ser a mais sensível na alteração das suas dimensões tanto com o fenômeno da retratibilidade quanto com o fenômeno da dilatação térmica.

Novos ensaios devem ser realizados, levando em consideração o controle do teor de umidade e a secagem da madeira de forma sistemática para evitar o aparecimento de tensões internas, ocasionando rachaduras e empenamento, fatores estes que influenciam nas medições subestimando os valores reais da dilatação térmica linear.

Os valores obtidos com a variação das dimensões da madeira de *Eucalyptus* Spp. em função da temperatura e umidade, são relevantes quando a aplicabilidade da

madeira em alguns seguimentos como mobiliário e estruturas.

5. REFERÊNCIAS

BILESKEY, L. R.; COSTA, D. M.; ZYCH, L. E.; OLIVEIRA, S. C. R. **Estudo de um método para a determinação da dilatação térmica linear para a madeira de *Eucalyptus* Spp.** In: Simpósio de ciências aplicadas da FAIT, Itapeva, 2011.

BILESKEY, L. R.; DE CONTI, C.; DEUS, P. R. Numerical Simulation of the Shear Resistance Test Proposed by NBR 7190 (1997) for a Wood of *Corymbia Citriodora*. **Mechanics, Materials Science & Engineering**, v.11, 2017.

CARRASCO, M V; et al. **Análises numéricas da transferência de calor em madeiras brasileiras em situação de incêndio.** Cerne, Lavras, v. 16, Suplemento, p. 58-65, jul.2010

PINTO, E. M.; **Determinação de um modelo de taxa de carbonização transversal a grã para *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus grandis*.** 2005. 130f. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2005.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, J. **Fundamentos de física.** V.2. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2002.

FIGUEROA, M. J. M., MORAES D. **Comportamento da madeira a temperaturas elevadas.** 2005, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Publicado, 2009.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira.** Curitiba: UFPR, 2007.