

DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE MÍNIMA PARA ESPÉCIES TROPICAIS OBJETIVANDO SEU APROVEITAMENTO COMO INSUMO PARA A PRODUÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE MADEIRA LAMELADA COLADA (MLC)

Maria Clara Cardoso

Prof. Dr. Francisco Antonio Rocco Lahr

Universidade de São Paulo

maria3.cardoso@usp.br / frocco@sc.usp.br

Objetivos

A pesquisa teve por objetivo a determinação dos valores de permeabilidade de seis espécies de madeira tropicais e a análise de suas estruturas anatômicas por meio de microscopia. Os resultados de permeabilidade foram comparados com os valores mínimos necessários para viabilizar o uso dos adesivos comumente aplicados na execução de peças de madeira lamelada colada (MLC), tomando por referência o *Eucalyptus grandis*, de uso recorrente na indústria, com valor de permeabilidade a líquido na direção longitudinal de $1,47 \text{ cm}^3/(\text{cm} \cdot \text{atm} \cdot \text{s})$, obtido por Rezende et al. (2018).

Dessa forma, visou-se contribuir com a gama de informações disponíveis sobre espécies tropicais, bem como evidenciar as com potencialidade de aplicação na indústria de MLC, reduzindo a demanda pelas comumente empregadas, como os gênero *Pinus* e *Eucalyptus* (CALIL NETO et al., 2016), e viabilizando sua produção em todo o país por meio do uso de espécies locais.

Métodos e Procedimentos

Foram escolhidas seis espécies tropicais, sendo elas Caixeta (*Simarouba amara* Aubl.), Paricá (*Schizolobium amazonicum*), Tachi Branco (*Tachigali* sp.), Piquiá (*Caryocar*

villosum), Sapucaia (*Lecythis* sp.) e Cambará (*Erisma uncinatum*). Para caracterização anatômica foram produzidas amostras de $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}$, cozidas sob pressão em solução de água e ácido acético, e posteriormente microtomadas, resultando em lâminas de análise. Com o uso de um microscópio ótico, realizou-se a observação das estruturas das diferentes espécies trabalhadas. Para a determinação dos valores de permeabilidade, seguiu-se a metodologia apresentada por Silva (2007), sendo ensaiado um total de 28 corpos de prova por espécie, 14 deles para cada uma das direções de fluxo estudado, longitudinal e transversal as fibras da madeira, utilizando a água como líquido. O equipamento é apresentado na Figura 1.



Figura 1: Ensaio de permeabilidade a fluxo líquido

O valor de permeabilidade foi calculado pela Lei de Darcy:

$$k = \frac{V * L}{t * A * \Delta P}$$

onde: k = permeabilidade a líquido ((cm³/(cm*atm*s)); V = volume através do corpo de prova (cm³); L = comprimento na direção do fluxo (cm); t = tempo do fluxo (s); A = área da seção transversal (cm²); ΔP = diferença de pressão entre entrada (0,906 atm para São Carlos como considerado por Silva (2007)) e saída (atm).

Os dados obtidos foram analisados por meio do CV (confidente de variação) que deveria resultar inferior a 0,2 para confirmar razoável homogeneidade.

Resultados

Para a direção longitudinal as fibras, as espécies Caixeta, Paricá e Tachi Branco trouxeram resultados laboratoriais que permitiram a determinação de valores de permeabilidade. Para o Cambará o volume percolado foi ínfimo, impossibilitando a obtenção de dados conclusivos por meio do equipamento e metodologia utilizado. Os ensaios para o Piquiá e a Sapucaia não resultaram em fluxo. Seguindo a metodologia, nenhuma das espécies apresentou fluxo na direção transversal as fibras.

Resultados obtidos foram expostos na tabela 1:

Tabela 1: Valores de permeabilidade e análise estatística dos resultados

Espécie	Longitudinal		Transversal	
	k cm ³ /(cm*atm*s)	CV	k cm ³ /(cm*atm*s)	
Caixeta	2,46	0,09	-	
Paricá	2,97	0,08	-	
Tachi branco	2,73	0,08	-	
Cambará	-	-	-	
Piquiá	-	-	-	
Sapucaia	-	-	-	

Conclusões

A permeabilidade na direção longitudinal tem influência direta na colagem das juntas das lamelas, ou seja, as que ocorrem com o adesivo adentrando a madeira de forma

paralela as fibras. Dessa forma, entende-se que os valores obtidos para Caixeta, Paricá e Tachi Branco foram satisfatórios para atender tal situação, uma vez que se mostram superior ao do *Eucalyptus* utilizado como referência.

Baseado nos experimentos realizados, conclui-se que o equipamento e a metodologia empregada apresentam bons resultados para análises na direção longitudinal as fibras, mais especificamente para espécies de permeabilidade dentro de uma faixa aproximada de 1,5 a 3 cm³/(cm*atm*s), contudo não é adequado para estudos de permeabilidade na direção transversal as fibras. Dessa forma, destaca-se a necessidade da continuidade de pesquisas no desenvolvimento de métodos que viabilizem a determinação dos valores de permeabilidade para ambas as direções de fluxo, sendo destacada aqui a importância de dados para a direção transversal, sentido de colagem das lamelas responsável pela formação da linha de cola que garante a unidade estrutural de peças de MLC.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo fomento no processo nº 2022/06353-1.

Referências

- CALIL NETO, C. et al. Madeira laminada colada no Brasil: situação atual e perspectivas. **XV EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira**, Curitiba, 09-11 maio 2016.
- REZENDE, R. N. et al. Wood Permeability in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunni*. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 25, 2018. p. 1-7.
- SILVA, M. R. **Determinação da permeabilidade em madeiras brasileiras de florestas plantadas**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 137. 2007.