



Caracterização da retratibilidade e massa específica básica de *Pinus* sp. e Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) empregados na construção civil

Juliana Machado Casali | juliana.cassali@ifsc.edu.br¹
Allan Guimaraes Borcato | allan.borcato@ifsc.edu.br²
Guilherme Cardoso Hickel | guilherme.hickel@ifsc.edu.br³
Rafael Andrade de Souza | ras@ifsc.edu.br⁴

Edital Nº 06/2025/DPPE/DIDÁTICO-PEDAGÓGICO/FLN
Trabalho de Ensino e Pesquisa
DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A caracterização físico-mecânica da madeira é essencial para o desenvolvimento de sistemas construtivos seguros e sustentáveis, embora a variabilidade intrínseca do material desafie sua especificação técnica. Este estudo objetivou avaliar a retratibilidade e a massa específica básica de duas espécies com densidades distintas: *Pinus* sp. e Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke). A metodologia consistiu na determinação da contração volumétrica e linear (nas direções axial, radial e tangencial), além da massa específica básica (razão entre a massa seca e o volume saturado) em corpos de prova de (2x3x5) cm. Os resultados confirmaram a tendência teórica de maior contração na direção tangencial, seguida pela radial e, minimamente, pela axial. Na análise comparativa, o *Pinus* sp. apresentou retração volumétrica e linear superiores aos do Angelim Pedra, apesar de possuir uma massa específica básica inferior. A participação discente em todas as etapas experimentais, da coleta à interpretação dos dados, fomentou o desenvolvimento científico e a compreensão prática dos fenômenos higroscópicos. As evidências corroboram que o conhecimento detalhado das propriedades de retratibilidade é indispensável para a especificação correta e para o desempenho estrutural eficiente das espécies na construção civil, minimizando patologias decorrentes da variação dimensional.

Palavras-chave: retratibilidade; *Pinus* sp.; Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke); construção civil.

Introdução

A construção civil, pilar socioeconômico global, enfrenta o desafio de mitigar o consumo de recursos e a emissão de CO₂. Nesse contexto, a madeira surge como recurso estratégico e renovável, com baixa pegada de carbono e excelentes propriedades

¹ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

² Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

³ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

⁴ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

estruturais. Contudo, sua natureza biológica impõe uma variabilidade intrínseca; fatores como espécie, condições de crescimento e processamento geram uma heterogeneidade que, se negligenciada, compromete a segurança das estruturas.

O estudo reside na necessidade de melhorar o conhecimento científico na engenharia em relação a interação da madeira com a umidade, o que resulta em variações dimensionais que podem induzir patologias. Assim, compreender o comportamento físico-mecânico é um imperativo técnico e ambiental, permitindo especificações assertivas que garantam a durabilidade das edificações e a otimização de recursos.

Embora a literatura apresente avanços, os dados seguem fragmentados, focando em espécies isoladas sem integrar a influência da massa específica sobre a retratibilidade. Essa lacuna impede uma visão holística do desempenho real do material sob diferentes gradientes de umidade. Portanto, é imprescindível sistematizar a correlação entre características intrínsecas e desempenho final.

Diante disso, este trabalho objetiva avaliar a retratibilidade e a massa específica básica das espécies *Pinus* sp. e Angelim Pedra, fundamentado na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. No ensino, o projeto promove a formação de discentes de Engenharia Civil, envolvendo-os ativamente desde a execução experimental até a interpretação analítica dos resultados. Na extensão concretiza-se pela disseminação deste conhecimento técnico para a comunidade externa, impactando a prática construtiva e a economia circular da madeira.

Fundamentação teórica

A madeira, material de origem biológica, possui o teor de umidade como componente indispensável em sua formação (Almeida *et al.*, 2015). Abaixo do ponto de saturação das fibras, a perda de água provoca a redução volumétrica denominada retratibilidade, enquanto o ganho de umidade gera o inchamento (Rezende, 2009). Esse comportamento físico-mecânico é anisotrópico, variando entre as direções axial, radial e tangencial, influenciado por fatores como a espécie, condições de crescimento e teor de umidade.

A direção axial, paralela às fibras, é a menos suscetível a variações dimensionais devido à organização das regiões cristalinas e ao reduzido ângulo das microfibrilas em relação ao eixo longitudinal (Kollmann e Côté, 1968). Em contrapartida, as direções transversais (tangencial e radial) apresentam as maiores taxas de retração (Calil Junior; Lahr; Brazolin, 2017).

Para mitigar incertezas, a NBR 7190 (ABNT, 2022) estabelece critérios para o dimensionamento estrutural e ensaios em corpos de prova padronizados. A conformidade com esta norma é vital para assegurar que propriedades como densidade e resistência atendam aos estados-limite de serviço e últimos, reduzindo a lacuna entre a teoria normativa e o desempenho real em uso.

Portanto, ensaios experimentais atualizados e o ajuste rigoroso dos dados laboratoriais são fundamentais para alinhar as previsões normativas ao comportamento real do material em serviço.

Procedimentos metodológicos

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar as propriedades físicas das madeiras de *Pinus* sp. e Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke). A amostragem foi composta por seis corpos de prova de cada espécie, com dimensões nominais de (20 x 30 x 50) mm, selecionados criteriosamente para garantir a isenção de defeitos macroscópicos, conforme as diretrizes da NBR 7190-3 (ABNT, 2022). Também foi observado as direções conforme recomendação da norma das fibras para determinação da variação nas três direções: axial, radial e tangencial.

Inicialmente, as amostras foram submetidas a um processo de saturação por imersão em água destilada durante sete dias, ou até a estabilização da massa, momento em que foram realizadas as medições das dimensões (axial, radial e tangencial) com paquímetro digital de precisão e a obtenção da massa saturada em balança analítica.

Na etapa subsequente, os corpos de prova foram submetidos à secagem em estufa com circulação forçada, mantida a $(102 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, até a obtenção da massa constante (aproximadamente sete dias). Após o resfriamento foram realizadas novas mensurações das dimensões lineares e pesagens, garantindo a coleta dos dados necessários para a análise comparativa entre os estados saturado e seco das espécies avaliadas.

Com base nos dados coletados, procedeu-se ao cálculo dos coeficientes de contração linear (axial, radial e tangencial) e volumétrica, bem como da massa específica básica, definida pela relação entre a massa seca e o volume saturado dos espécimes. Por fim, os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva, por meio da média aritmética, permitindo confrontar o comportamento higroscópico e a densidade básica entre o *Pinus* sp. e o Angelim Pedra, visando estabelecer correlações fundamentais para o desempenho dessas madeiras na construção civil.

Resultados e discussões

Na Tabela 1 e na Tabela 2 são apresentados os valores médios obtidos das medidas das amostras saturadas e secas das duas espécies. Com os valores obtidos e apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2 foi possível obter a retração (contração) linear nas três direções e também volumétrica total conforme apresentado na Figura 1.

Tabela 1 – Medidas obtidas para as madeiras saturadas das duas espécies analisadas

Madeira	Corpo de Prova	Massa saturada (g)	Medida Tangencial (mm)	Medida radial (mm)	Medida axial (mm)	Volume saturado (mm ³)
Pinus	1	28,00	21,80	30,70	51,67	34578,43
	2	25,40	22,17	30,80	51,43	35115,25
	3	24,10	21,37	30,70	51,60	33847,36
	4	25,00	22,30	30,93	50,70	34973,54
	5	24,50	19,73	30,10	51,53	30609,43
	6	24,00	19,77	30,43	51,40	30920,47
Angelim Pedra	1	23,00	20,27	30,07	51,30	31259,71
	2	27,30	20,23	30,10	52,13	31750,42
	3	31,60	19,73	30,07	52,17	30951,29
	4	28,30	20,37	29,80	50,60	30710,49
	5	24,40	20,53	30,03	51,30	31635,91
	6	25,70	19,90	29,90	52,17	31039,69

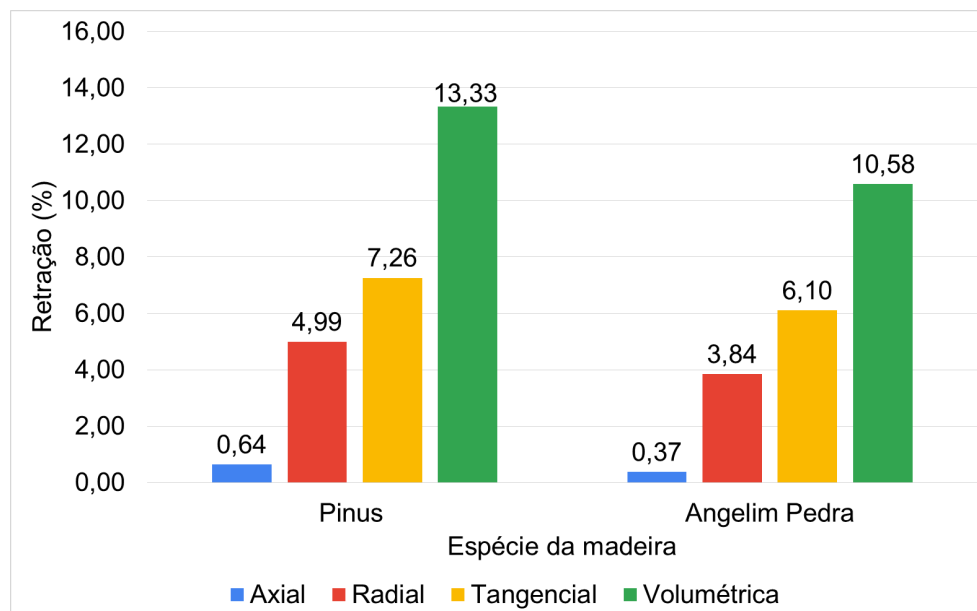
Fonte: Os autores (2026).

Tabela 2 – Medidas obtidas para as madeiras secas das duas espécies analisadas

Madeira	Corpo de Prova	Massa seca (g)	Medida Tangencial (mm)	Medida radial (mm)	Medida axial (mm)	Volume seco (mm ³)
Pinus	1	12,70	20,38	29,43	51,43	30850,41
	2	12,40	20,67	29,66	51,00	31261,12
	3	16,70	20,00	28,87	51,21	29575,51
	4	12,10	20,69	29,41	50,50	30727,42
	5	13,70	18,38	28,62	51,15	26910,22
	6	13,80	18,40	28,97	51,08	27229,87
Angelim Pedra	1	21,40	19,45	28,98	51,12	28817,66
	2	20,10	19,10	29,06	52,01	28862,90
	3	18,70	18,64	29,06	51,93	28124,33
	4	19,60	19,11	28,67	50,50	27676,17
	5	18,50	19,27	28,91	51,08	28459,73
	6	18,80	18,52	28,62	51,89	27507,10

Fonte: Os autores (2026).

Figura 1 – Porcentagem da retração obtida nas direções distintas e volumétrica das madeiras avaliadas



Fonte: Os autores (2026).

Conforme ilustrado na Figura 1, a relação entre as retrações tangencial e radial apresentou-se superior a 1 para ambas as espécies, corroborando a literatura técnica, como indicado por Calil Junior, Lahr e Brazolin (2017). Esse comportamento é atribuído à

restrição mecânica exercida pelos raios medulares na direção radial, enquanto a ausência de elementos anatômicos restritivos na direção tangencial favorece uma maior movimentação dimensional.

A magnitude da diferença entre essas retrações é um indicador crítico de estabilidade dimensional, uma vez que relações elevadas e altos valores absolutos potencializam o surgimento de defeitos, como trincas e empenamentos. No presente estudo, o *Pinus* sp. e o Angelim Pedra apresentaram coeficientes de anisotropia de 1,46 e 1,59, respectivamente.

Quanto ao desempenho comparativo, o *Pinus* sp. exibiu índices de retração superiores ao Angelim Pedra em todas as direções analisadas. Esse resultado evidencia a maior suscetibilidade da referida espécie às variações de umidade, demandando maior rigor em seu tratamento e especificação quando comparada à estabilidade superior demonstrada pelo Angelim Pedra.

Já o menor valor médio obtido de massa específica básica foi para o *Pinus* sp. ($0,41 \text{ g/cm}^3$) em relação ao observado para Angelim Pedra ($0,63 \text{ g/cm}^3$).

Considerações finais

Os objetivos foram alcançados, validando a eficácia laboratorial na diferenciação da retratibilidade entre *Pinus* sp. e Angelim Pedra. O *Pinus* sp. exibiu retração superior em todas as direções, evidenciando menor estabilidade dimensional. A atividade consolidou a formação discente com participação ativa nos ensaios experimentais de fenômenos higroscópicos, gerando um banco de dados para aplicações seguras na construção civil. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foi materializada com êxito: houve produção de conhecimento científico, capacitação técnica e potencial transferência de dados ao setor produtivo, modelo que a equipe vislumbra replicar em estudos futuros.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao IFSC – Câmpus Florianópolis pelo suporte institucional e financeiro ao projeto e aos discentes de Materiais de Construção Civil pela colaboração na execução dos ensaios experimentais.



Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 7190-3**: Projetos de estruturas de madeira – Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

ALMEIDA, T. H.; ALMEIDA, D. H.; MARCOLIN, L. A.; GONÇALVES, D.; CHRISTOFORO, A. L. ; ROCCO, F. A. L.. Correlation between dry density and volumetric shrinkage coefficient of three brazilian tropical wood species. **International Journal of Materials Engineering**, v. 5, p. 1-4, 2015.

CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; BRAZOLIN, S. Madeiras na construção civil. In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2017. v. 2, cap. 36, p. 1225-1255.

KOLLMANN, F.; CÔTÉ, W. A.. **Principles of wood science and technology**. Germany, Springer Verlag, 1968, 592p.

REZENDE, R. N. **Secagem de toras de clones de Eucalyptus empregados na produção de carvão**. 178f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.