

PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS MADEIRAS PARAJU E PINUS SOB AÇÃO TÉRMICA

MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD AND PINE PARAJU UNDER THERMAL ACTION

RESENDE, Deisiane

Engenheira Civil e mestre em Processos Construtivos pela Universidade FUMEC.

MAGALHÃES, Luciana Nunes de

Engenheira Civil pela Universidade FUMEC e Doutora em Engenharia de Estruturas pela UFMG. Professora do núcleo de Estruturas da Universidade FUMEC.

RESUMO

Na construção civil, a madeira é utilizada de diversas formas em usos temporários ou de forma definitiva em estruturas, acabamentos e mobiliários. A crescente escassez de espécies de madeira nativas brasileiras e a prática de legislação rigorosa são fatores que beneficiam cada vez mais o uso da madeira de reflorestamento como uma alternativa mais viável do ponto de vista ambiental. Tal emprego vem se mantendo crescente, apesar dos conhecidos preconceitos inerentes à madeira, sempre relacionados à insuficiente divulgação das informações e da falta de projetos específicos. Neste trabalho, foram realizados estudos experimentais sobre a espécie Maçaranduba – *Manilkara huberi* e a espécie Pinus – *Pinus eliotti* quanto às características de resistência à compressão paralela às fibras. A análise obtida dos ensaios foi feita em duas etapas: com temperatura ambiente e com elevação a 60°C em períodos de 7,19,30 e 90 dias em estufa. O objetivo da experimentação foi analisar as possíveis modificações de comportamento mecânico sob elevação térmica, uma vez que a norma brasileira NBR 7190:1997 não apresenta dados sobre a influencia da temperatura que antecede a fase de combustão nas propriedades de resistência, objetivou-se assim contribuir nesse aspecto. Entende-se tratar de uma pesquisa inicial em função da dispersão dos resultados obtidos, com aumento de resistência à compressão das espécies.

Palavras-chave: Materiais, construção civil, madeira, Paraju, Pinus, elevação de temperatura, comportamento mecânico.

ABSTRACT

_____ In construction, wood is used in many ways. The increasing scarcity of Brazilian native wood species and the practice of strict legislation are factors that increasingly benefiting from the use of reforested wood as a more viable alternative from an environmental point of view. Such employment has remained high despite the known biases inherent in the wood, always related to inadequate dissemination of information and the lack of specific projects. This work carried out studies on the Maçaranduba kind - *Manilkarahuberi* and Pinus species - *Pinuseliotti* about the strength characteristics of the compression parallel to the grain and shear strength to the fibers with the wood in question obtained from the testing was done in two steps: and room temperature elevation to 60 ° C. The objective of the trial was to examine the possible mechanical behavior under high thermal transformations, since the Brazilian NBR 7190:1997 has no data on the influence of temperature prior to the

combustion phase in strength properties. It is understood as an initial research about the dispersion of the results, the increase of resistance to compression.

Keywords: materials, construction, wood, Paraju, Pinus, temperature rise, mechanical behavior.

INTRODUÇÃO

Quando todos os olhares se voltam para o desmatamento das florestas brasileiras, o uso de madeira nativa é posto à prova. No entanto, excluí-la da obra implicaria em atestar a inutilidade e desvalorização da floresta. É preciso ressaltar a importância do uso consciente e um dos critérios é a adoção das madeiras nativas com Certificado Madeira Legal. Sendo feita de forma sustentável, a exploração da madeira é importante, inclusive para a economia da região da floresta em que está inserida. Justifica-se assim a escolha da madeira paraju para este estudo. Por outro lado, surge o interesse do uso de espécies de reflorestamento e, para tal, conhecer e divulgar suas características e possibilidades de emprego, adotando-se então a madeira pinus neste estudo, que se encontra em abundância nas áreas de reflorestamento brasileiras.

A análise da resistência da madeira, seja nativa ou reflorestada sob temperaturas elevadas, encontra-se pouco explorada na literatura, mas até 60° não é considerada elevada. Portanto, pretende-se contribuir para preenchimento dessa lacuna. Pretende-se analisar características mecânicas da madeira de reflorestamento pinus (*Pinus eliottii*) e da madeira da espécie nativa brasileira paraju (*Manilkara huberi*), na faixa de 60°C como forma de contribuição e conhecimento adicional do comportamento destas madeiras. A norma brasileira (NBR) 7190:1997 que dispõe sobre o Projeto de Estruturas de Madeira, em seu item 6.2.2 recomenda:

“Será considerada a influência da temperatura na resistência da madeira quando as peças estruturais puderem ser submetidas por longos períodos de tempo à temperatura fora da faixa usual de utilização, que varia entre 10°C a 60°C”.

Este trabalho, parte da dissertação de mestrado da autora, intitulada Análise Experimental – Propriedades Mecânicas das Madeiras Paraju e Pinus sob Ação Térmica, consiste em analisar a influência de diferentes temperaturas na resistência à compressão paralela as fibras para as madeiras nativas Paraju e para as de reflorestamento representadas pelo Pinus. Apresentam-se ensaios e comparativos de resultados das madeiras na temperatura ambiente e depois de aquecida em estufa em períodos de 7,19,30 e 90 dias .

REVISÃO DA LITERATURA

A análise da resistência da madeira, seja nativa ou reflorestada sob temperaturas elevadas, encontra-se pouco explorada na literatura, mas até 60° não é considerada elevada. Portanto, pretende-se contribuir para preenchimento dessa lacuna. Pretende-se analisar características mecânicas da madeira de reflorestamento pinus (*Pinus eliottii*) e da madeira da espécie nativa brasileira paraju (*Manilkara huberi*), na faixa de 60°C como forma de contribuição e conhecimento adicional do comportamento destas madeiras (Figura 1). A escolha dessas madeiras deve-se ao fato de serem muito utilizadas na construção civil tanto como estruturas provisórias quanto para coberturas (Figura 2).



Figura 1 - Engradamento de cobertura em paraju



Figura 2 - Vista de uma tesoura tipo howe em paraju

Fonte: <http://www.jbdrepresentacao.com.br/produtos/estrutural/paraju-e-massaranduba> 2004

Devido ao dinamismo da construção civil, constantemente surgem novos materiais e tecnologias mais avançadas, objetivando mais qualidade e desenvolvimento para o setor. Em relação à madeira, além das vantagens técnicas de seu desempenho, é um material abundante na natureza e proveniente de fonte renovável. Neste sentido, torna-se um material de grande potencial, já que é crescente a preocupação de profissionais da engenharia quanto ao desenvolvimento de produtos e sistemas construtivos que, aliados à prática do uso racional dos recursos naturais, incrementem a produtividade, minimizem o tempo de execução da obra e, finalmente, gerem um menor custo final ao consumidor (MACIEL, 2006).

No Brasil, a madeira é recurso abundante. O país abriga uma das maiores florestas do mundo, é o 4º maior produtor de produtos florestais e o 14º maior exportador de madeira do mundo (MORIKAWA, 2006). Apesar disso, Maciel (2006) afirma que a construção em madeira não é comum no Brasil, devido, muitas vezes, à opção e surgimento de outros materiais e ao preconceito quanto ao desempenho do material nas construções. Essa resistência quanto à sua utilização é decorrente, dentre outros fatores, da ausência de tecnologias adequadas, o que gera desconhecimento sobre suas propriedades e potencialidades como material de construção.

Pedreschi, Gomes e Mendes (2005) ainda afirmam que, no Brasil, a utilização pouco comum de madeira na construção civil deve-se, entre outros fatores, aos processos culturais remanescentes desde a colonização. Há uma falta de conhecimento quanto a utilização da madeira como material construtivo, seus processos de produção e conservação, empregos e técnicas de uso. A falta de conhecimento técnico faz com que a madeira seja utilizada de forma inadequada, levando a um desempenho insatisfatório e gerando construções com vida útil inferior à esperada.

Segundo Morikawa (2006), do ponto de vista ambiental, a madeira é uma alternativa mais viável em relação ao aço e ao concreto. No cenário mundial, é um material de grande interesse na construção civil, principalmente pelo seu alto potencial sustentável, aliado às suas qualidades técnicas. Apesar de ainda ser pouco frequente o uso da madeira em construções no Brasil, este é um material largamente utilizado no exterior, principalmente nos países do Norte Europeu, Estados Unidos, Canadá e Japão.

A partir do estudo técnico das espécies torna-se possível a utilização correta desta matéria-prima (MORALES, 2009). A diferenciação da madeira permite a obtenção de

informações sobre suas propriedades físicas e de sua resistência mecânica.

É fundamental o conhecimento das propriedades mecânicas da madeira para a utilização deste material como peças estruturais como vigas, pilares, consoles, travessos e tabuleiros de pontes (LIMA JÚNIOR et al., 2008). Conforme, Revista da Madeira (2003) salienta que são indispensáveis as informações sobre a resistência da madeira para que seja possível utilizá-la corretamente.

O comportamento da madeira quando submetido a esforços de natureza mecânica é definido através de suas propriedades mecânicas. Os ensaios regulamentados na norma brasileira que rege os testes em madeiras para verificação de suas propriedades mecânicas para estruturas devem ser realizados em laboratórios com máquinas especialmente destinadas a esta finalidade e permitem conferir o grau de resistência a um determinado esforço (MADEIREIRA SÃO PAULO, 2015).

A resistência é a capacidade da matéria a suportar tensões e é formalmente determinada pela máxima tensão que pode ser aplicada em corpos-de-prova do material considerado, livres de defeito até o aparecimento de fenômenos particulares de comportamento como rupturas e deformações excessivas além dos quais há restrições ao emprego do material em elementos estruturais. Segundo a Revista da Madeira (2004) as propriedades da madeira são condicionadas por sua estrutura anatômica. Os valores apropriados à tração devem assinalar daqueles correspondentes à compressão, bem como os valores correspondentes à direção paralela às fibras, devem distinguir-se daqueles correspondentes à direção normal às fibras (REVISTA DA MADEIRA, 2004).

MATERIAIS E MÉTODOS

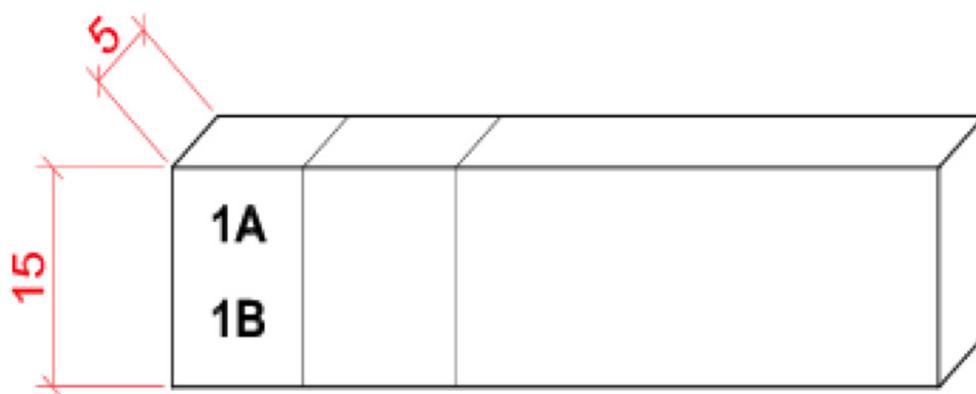
A espécie nativa maçaranduba conhecida como paraju e a espécie de reflorestamento pinus foram selecionadas devido à sua boa comercialização na construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte. Ambas foram adquiridos em Matozinhos município da Região Metropolitana de Belo Horizonte no estado de Minas Gerais. As peças de madeira foram desdobradas em 55 corpos de prova de cisalhamento e 55 corpos de prova de compressão para cada espécie. Estes corpos de prova foram numerados e levados para laboratório para realização dos ensaios.

As amostras de ambas as espécies estudadas neste trabalho, foram colhidas em marcenaria e possuem dimensões adequadas para os ensaios laboratoriais propostos na NBR 7190:1997 - Projetos de Estruturas de Madeira. Para os ensaios de compressão paralelo as fibras e de cisalhamento paralelo as fibras.

Para alcançar os objetivos desse trabalho, após a coleta dos corpos de prova e acondicionamento em estufa, conforme descrições a seguir, foram realizados ensaios preliminares de medição de teor de umidade, na intenção de verificar a provável influência da umidade da madeira em suas propriedades de resistência à compressão paralela às fibras e ao cisalhamento paralelo às fibras.

Os ensaios mecânicos foram realizados no Laboratório de Ensaio de Sistemas Construtivos (LESC) da Universidade FUMEC. Foi utilizada a máquina universal mecânica com capacidade de 300 KN e a estufa microprocessada de secagem. Foram formados pares de corpos de prova, retirados lado a lado de uma mesma peça, conforme a Figura 3.

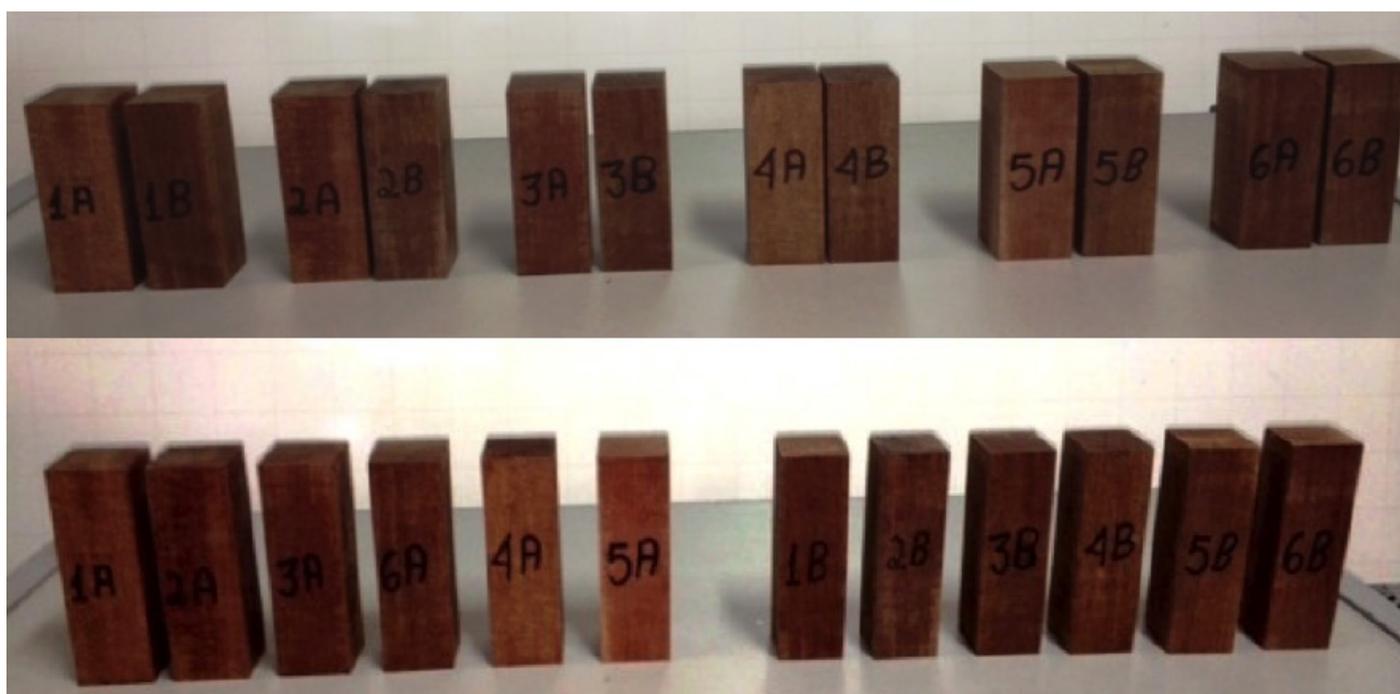
Figura 3 - Pares de corpos de prova 1A e 1B



Fonte: A autora.

Os corpos de prova foram obtidos como mostra as Figuras 4 e 5, com o auxílio de máquinas comuns de carpintaria como a serra circular, serra fita e plaina e foram colocados em ambiente climatizado para manterem sua umidade até o momento da realização do ensaio. Para a determinação da propriedade de resistência as medidas dos lados do corpo-de-prova foram feitas com exatidão de 0,1 mm, com uso de paquímetro.

Figura 4 - Corpos-de-prova de paraju, para análise da resistência à compressão paralela às fibras



Fonte: A autora.

Figura 5 - Corpos-de-prova de pinus, para análise da resistência à compressão paralela às fibras.



Fonte: A autora.

Após cortados e enumerados todos os corpos de prova, foram elaborados os prazos estimados para esse estudo em 4 etapas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Numeração dos corpos de prova/ tempo de ensaio

CORPOS DE PROVA (COMPRESSÃO E CISALHAMENTO)			CORPOS DE PROVA (COMPRESSÃO E CISALHAMENTO)		
TEMPO DE ENSAIO	TEMPERATURA		TEMPO DE ENSAIO	TEMPERATURA	
	AMBIENTE	60°		AMBIENTE	60°
	1A	1B		13A	13B
	2A	2B		14A	14B
ETAPA 1	3A	3B	ETAPA 3	15A	15B
7 DIAS	4A	4B	30 DIAS	16A	16B
	5A	5B		17A	17B
	6A	6B		18A	18B
	7A	7B		19A	19B
	8A	8B		20A	20B
ETAPA 2	9A	9B	ETAPA 4	21A	21B
19 DIAS	10A	10B	90 DIAS	22A	22B
	11A	11B		23A	23B
	12A	12B		24A	24B

Fonte: A autora.

ENSAIOS E RESULTADOS

Os ensaios foram realizados de acordo com a norma NBR 7190:1997, que determina os procedimentos e dimensões dos corpos - de - prova a serem utilizados nos testes. A quantidade de corpos-de-prova seguiu a caracterização simplificada que recomenda mínimo de seis corpos-de-prova por cada ensaio. Cada grupo foi composto por 12 corpos de prova, sendo que 6 deles foram submetidos a elevação de temperatura em estufa por tempo determinado enquanto seus pares aguardaram ao ar livre para serem ensaiados.

Na etapa 1, após 6 corpos de prova ficarem 7 dias na estufa em temperatura de 60°C foram retirados e pesados para determinação de umidade. Após serem pesados os 6 pares corpos de prova que ficaram na temperatura ambiente, foram levados para prensa. Conforme mencionado, de forma análoga foram realizadas as etapas 2, 3 e 4, porém com prazos de 19, 30 e 90 dias. Os testes foram realizados conforme as especificações da NBR 7190:1997.

Com os resultados médios das tensões de ruptura à compressão de ambas as espécies pode-se avaliar ao longo do tempo (7,19,30 e 90 dias), o comportamento mecânico à temperatura de 60°C. Conforme Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 – Variação da tensão de compressão a temperatura de 60°C - paraju

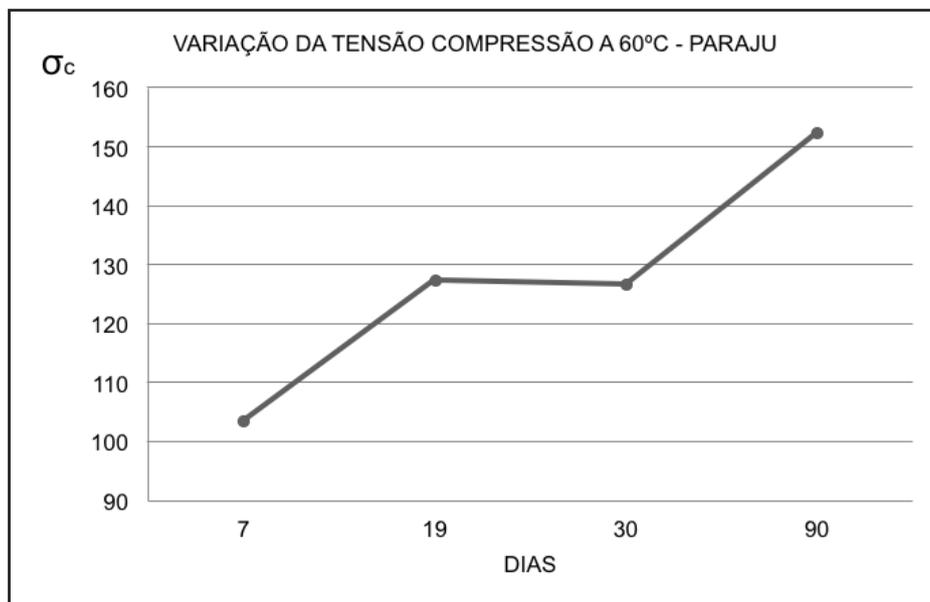
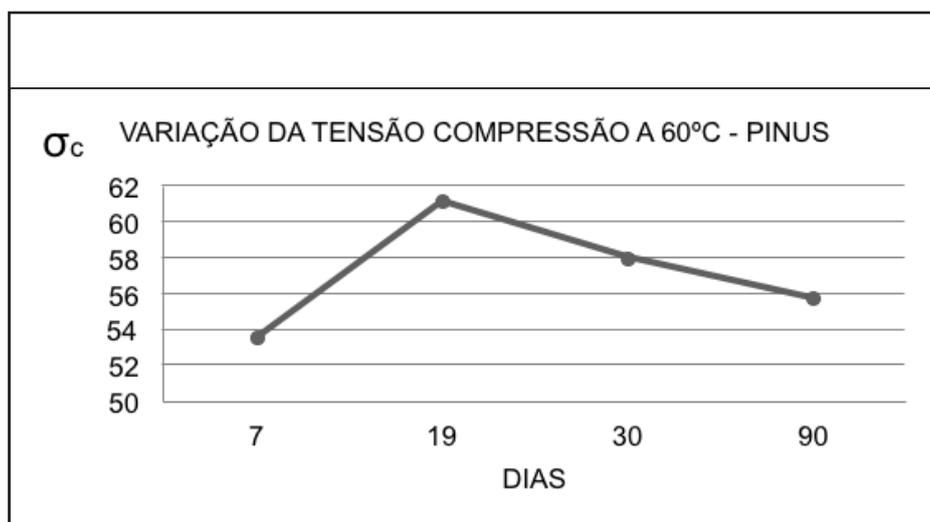


Gráfico 2 - Variação da tensão de compressão a temperatura de 60°C - pinus



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão bibliográfica desenvolvida e na experimentação realizada, verificou-se que os trabalhos encontrados na literatura mostram que o tema proposto está em início de desenvolvimento. As madeiras paraju e pinus merecem ser melhor estudadas pelo grande número de aplicações na construção, encontrados principalmente no tangente à estruturas.

Analisando-se os resultados apresentados pode-se concluir:

- Nos ensaios de compressão paralela às fibras das madeiras paraju e pinus houve aumento de resistência com a elevação de temperatura a 60°C.

- Constata-se que existem tendências de aumento nas resistências que não são ainda conclusivas devendo então um maior número de ensaios serem realizados nas próximas pesquisas.

Acredita-se também que a umidade inicial controlada e padronizada pode trazer resultados mais aproximados. Portanto, esses indicadores merecem continuidade de avaliação para uma correlação direta entre o item 6.2.2 da norma NBR 7190:1997 e as resistências obtidas em ensaio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

GONÇALVES, R., BARTHOLOMEU, A. Construções rurais e ambiência: Avaliação do desempenho de ensaio não destrutivo em vigas de madeira de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus elliottii*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 269-274, 2000.

LIMA, A.F.; JARÁ, E. R. P.; ALFONSO, V. A. Madeira como matéria-prima para fabricação de pasta celulósica. In: PHILIPP, P.; D'ALMEIDA, M. L. O. Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica. 2. ed. São Paulo: IPT, 1988. p. 129-167.

LIMA JÚNIOR, D. L. et al. Madeira de lei. Belém: Unama, 2008.

MACIEL, M. M. Habitação em madeira no trópico úmido: avaliação do conforto térmico em protótipo de madeira na cidade de Belém-Pará. 2006. 222 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MORALES, E. A. M. Propriedades Mecânicas da Madeira. Itapeva: Universidade Estadual Paulista, 2009. Notas de aula.

PEDRESCHI, R., GOMES, F. C., MENDES, L. M. Avaliação do desempenho da madeira na habitação utilizando abordagens de sistemas. Cerne: revista da Universidade Federal de Lavras, Lavras, v. 11, n. 3, p. 283-293, jul./set. 2005.

REVISTA DA MADEIRA. Propriedades da madeira. Curitiba: Ed. Letlech, n. 83, ago. 2004.