

Recebido: 02-06-2017 Aceito: 02-06-2018 Publicado: 17-09-2018

## Influência da extração de látex nas propriedades físicas e químicas da madeira de *Hevea brasiliensis*

Renan Zunta Raia<sup>1\*</sup>, Setsuo Iwakiri<sup>2</sup>, Rosilani Trianoski<sup>2</sup>, Alan Sulato de Andrade<sup>2</sup>, Eraldo Antonio Bonfatti Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

**RESUMO** A *Hevea brasiliensis* é uma espécie de grande destaque no Brasil por ser matéria-prima básica da borracha natural, no entanto, são escassos os estudos de suas propriedades físicas e química, bem como a influência do painel de extração de látex nessas propriedades. Baseado nisto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica da madeira de *Hevea brasiliensis* ao longo do fuste, considerando o painel de extração de látex. Foi utilizada madeira proveniente de um plantio comercial com 27 anos de idade localizado na cidade de Paranapoema, Mesorregião Noroeste do Paraná. A amostragem inicia-se com a retirada de discos de quatro alturas (base, 1,5m, 3,0m e altura da primeira bifurcação) para a determinação das propriedades físicas e químicas da madeira ao longo do fuste. Foram determinados a densidade básica, as contrações lineares, o fator anisotrópico, os teores de extrativos totais, lignina Klason, lignina solúvel, lignina total, holocelulose, cinzas e o pH da madeira. Os resultados indicam que o painel de extração de látex não influenciou as propriedades físicas da madeira. Já com relação às propriedades químicas, a presença de painel de extração aumentou o teor de extrativos e lignina total. Diferenças significativas foram encontradas entre as porções mais próximas e as mais distantes do painel para todos os componentes químicos. Com base nos resultados pôde-se concluir que a madeira de *Hevea brasiliensis* apresenta potencial para utilização industrial, tendo em vista a homogeneidade das propriedades físicas e por apresentarem características semelhantes às de espécies comerciais.

**Palavras-chave:** seringueira; propriedade físicas; propriedades químicas; qualidade da madeira.

## Influence of latex extraction in the physical and chemical properties of *Hevea brasiliensis* wood

**ABSTRACT** *Hevea brasiliensis* is a Brazilian very important species as it is a basic raw material for natural rubber, however, the studies of its physical and chemical properties are scarce, as well as the influence of the latex extraction panel on these properties. Based on this, the aim of this work was to evaluate the technological quality of *Hevea brasiliensis* wood along the shaft, considering the panel of latex extraction. Four 27-year-old trees were used from a commercial plantation located at Paranapoema, Northeast Mesoregion of Paraná. Sampling begins with the removal of discs of four heights (base, 1.5m, 3.0m and height of the first bifurcation) to determine the physical and chemical properties of the wood along the shaft. The basic density, linear contractions, anisotropic factor, total extractive contents, Klason lignin, soluble lignin, total lignin, holocellulose, ash and wood pH were determined. The results indicate that the latex extraction panel did not influence the physical properties of the wood. Regarding the chemical properties, the presence of extraction panel increased the extractives content and total lignin. Significant differences were found between the nearest and farthest portions of the panel for all chemical components. Based on the results, it was concluded that the *Hevea brasiliensis* wood presents potential for industrial use, due to the homogeneity of the physical properties and to present characteristics like those of commercial species.

**Keywords:** rubber tree; physical properties; chemical properties; wood quality.

## Introdução

O setor madeireiro está em crescimento contínuo e diante disto se vê a necessidade de uma produção de madeira que acompanhe esse ritmo, seja por meio do aumento dos plantios de espécies conhecidas ou através da introdução de espécies alternativas que possam contribuir com a oferta de madeira.

No Brasil, as principais espécies exploradas para a produção de madeira são dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (IBÁ, 2017). Não obstante, outras fontes de madeiras vêm sendo avaliadas tecnologicamente, como é o caso do aproveitamento da madeira de *Hevea brasiliensis*. Espécie de origem amazônica, popularmente conhecida como seringueira, da família *Euphorbiaceae*, e de grande importância para a economia brasileira por ser a principal fonte de borracha natural (látex) (FURLANI et al., 2005).

O clone RRIM600 de *Hevea brasiliensis* desenvolvido pelo *Rubber Research Institute of Malaysia* – RRIM, é o que apresenta a maior percentagem de plantas aptas à sangria aos 6 anos, podendo chegar a 77% e o mais plantado no Brasil, de acordo com Pereira et al. (2001).

Quando finda o período produtivo de látex das árvores de *Hevea brasiliensis*, podendo chegar aos 30 anos (BALSINGER et al. 2000; TOLEDO; GHILARDI, 2000), o povoamento é suprimido para replantio (HONG, 1995). A madeira oriunda do corte normalmente é usada como biomassa para energia, porém, seu aproveitamento em usos mais nobres, somado ao uso múltiplo da floresta, é uma forma de potencializar economicamente o plantio (LIMA et al., 2015).

Compreender as características tecnológicas da madeira é de grande importância para a definição de sua finalidade e melhor aproveitamento desse recurso, pois quando se conhece a qualidade da matéria-prima e as variáveis do processo a ser utilizado, é possível obter otimização entre ambos e o produto.

A densidade básica da madeira é considerada um dos parâmetros mais importantes na avaliação da sua qualidade, por apresentar forte relação com outras propriedades da madeira, como estabilidade dimensional (BURGER; RICHER, 1991). Os componentes químicos da madeira variam ao longo do fuste, de modo que a distribuição destes seja heterogênea dentro da planta, onde cada componente está presente em quantidades específicas (TREVISAN et al., 2007; ANDRADE et al., 2010), sendo esta, muitas vezes, um fator limitante ao uso da madeira.

Nesse sentido, a definição prévia da densidade básica, retratibilidade e da composição química se torna importante para tomadas de decisões no processamento da madeira. Além disso, a caracterização tecnológica de uma espécie pouco explorada se faz necessária como base científica para que esta possa se tornar atrativa ao mercado.

No Brasil a madeira de seringueira é industrialmente desconhecida, resultado de poucos estudos relacionados à espécie. Para a madeira dessa espécie existem estudos sobre a propriedades mecânicas (LEONELLO et al., 2012), sua utilização na produção de painéis reconstituídos de madeira (OKINO et al., 2009; PALMA et al., 2012; IWAKIRI et al., 2017) e colorimetria para utilização em interiores (AUTRAN; GONÇALEZ, 2006).

Baseado na escassez de informações sobre a madeira de seringueira no Brasil, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas e químicas da madeira de *Hevea brasiliensis* ao longo do fuste, considerando a presença do painel de extração de látex.

## Material e Métodos

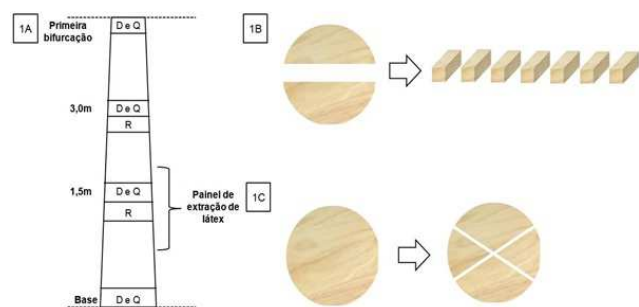
### *Seleção e preparo do material*

Para a realização deste estudo foram coletadas quatro árvores de *Hevea brasiliensis* Willd. Ex Adr. Juss (Clone

RRIM600) com 27 anos de idade, provenientes de um plantio comercial de extração de látex localizado na cidade de Paranapoema, Mesorregião Noroeste do estado do Paraná, de clima Subtropical situada nas coordenadas 22°38'02" S e 52°05'52" O.

Para a determinação das contrações lineares da madeira nas diferentes partes das árvores, discos foram retirados a 1,5m e a 3,0m de altura, sendo a primeira altura localizada no painel de extração de látex e a segunda acima do painel (FIGURA 1A). Para tal, foi utilizada a porção central do disco, compreendendo todo o diâmetro, dividida em sete corpos de provas orientados de dimensões 2,5 x 2,5 x 10cm (FIGURA 1B).

Já para densidade e caracterização química os discos foram retirados da base, 1,5m, 3,0m e altura da primeira bifurcação, promovendo uma análise ao longo do fuste (FIGURA 1A). Os discos com cinco centímetros de espessura foram divididos em quatro cunhas, sendo que para cada análise foram utilizadas cunhas opostas (FIGURA 1C).



**Figura 1.** Posições dos discos coletados (1A); Corpos de prova para os ensaios de coeficiente de retratibilidade (1B); Corpos de prova para densidade básica e caracterização química (1C). "D e Q" são os discos utilizados para determinação da densidade básica e composição química; e "R" são os discos utilizados para determinação da retratibilidade.

**Figure 1.** Positions of the collected discs (1A); Shrinkage samples (1B); Basic density and chemical characterization samples (1C). "D e Q" means disks used for determination of the basic density and chemical composition; and "R" for shrinkage.

### Caracterização física

A densidade básica foi determinada pelo método da balança hidrostática de acordo com a norma ABNT NBR 11941:2003.

Os corpos de prova de retratibilidade e anisotropia foram imersos em água, até que atingissem massa constante, sendo este o indicativo de máxima saturação. Em seguida os corpos de prova foram pesados e suas medidas nas três faces foram determinadas com auxílio de um paquímetro. As medições, exceto as massas, foram realizadas em duplicata, conforme a norma The Pan American Standards Commission - COPANT 462/72. Para finalizar a análise, estes foram levados para a estufa a 105±3°C até atingir a umidade 0% e novamente medidos.

Com os resultados das medições calcularam-se a contração máxima linear para todos os três planos, Equação 1, e na sequência o fator de anisotropia médio da madeira estudada, Equação 2.

$$\beta l = \frac{(lu - lo)}{lu} \times 100 \quad (1)$$

Em que:  $\beta l$  - Contração Linear, %;  $lu$  - Dimensão linear saturado (rad, tang ou long), mm;  $lo$  - Dimensão linear 0% de umidade, mm.

$$FA = \frac{\beta t}{\beta r} \quad (2)$$

Em que:  $FA$  - Fator de anisotropia;  $\beta t$  - Contração tangencial, %;  $\beta r$  - Contração radial, %.

### Caracterização química

Para a determinação das propriedades químicas, a madeira foi convertida em serragem por meio de um moinho de facas laboratorial e classificada em peneiras com abertura entre 40 e 60 *mesh*, sendo utilizado o material retido na peneira de 60 *mesh*.

Para a determinação do pH da madeira foram pesados 2g de serragem absolutamente seca, colocadas em um Erlenmeyer e preenchido com 200 ml de água destilada e mantidas em banho termostatizado por uma hora a 9 °C. Depois desta etapa foi realizado a medição do pH do extrato aquoso com o pHmetro em 2 e 24 horas após o resfriamento.

A análise química do material foi realizada em triplicata. Foram analisados extrativos totais, teor de cinzas e pH pelas normas TAPPI 204, 211 e 2252, respectivamente; já para Lignina Klason insolúvel e solúvel foram utilizados os procedimentos preconizados por Gomide; Demuner (1986) e por Goldschimid (1971), respectivamente.

O teor de lignina total foi determinado pela soma da lignina Klason com a lignina solúvel, já o teor de holocelulose foi determinado de acordo com a Equação 5.

$$TH = 100 - (ET + LT) \quad (5)$$

Em que: TH – Teor de holocelulose, %, ET – Teor de extrativos totais, %, LT – Lignina total, %.

Para análise estatística foram utilizados os testes de Grubbs, Kolmogorov Smirnov e Bartlett para verificação da ocorrência de *outliers*, distribuição normal e confirmação da homogeneidade da variância, respectivamente. Após constatado a normalidade dos dados, realizou-se a análise de variância e Teste de Tukey à 95% de significância.

## Resultados e Discussão

### *Propriedades físicas*

Com densidade básica média de 0,580 g.cm<sup>-3</sup> a madeira de *Hevea brasiliensis* é classificada como de média densidade (LORENZI, 2000), tendo seus valores iguais estatisticamente ao longo do fuste (TABELA 1) e corroboram com outros estudos do clone RRIM600 (MATAN; KYOKONG, 2013). Entretanto, ligeiramente superiores aos encontrados em outros clones de seringueira por Santana et al. (2001), que

estudando clones IAN-873, IAN-717, AVROS-1301 e GT-711, encontraram densidade variando de 0,47 a 0,51 g.cm<sup>-3</sup>.

**Tabela 1.** Valores médios para densidade básica da madeira de *Hevea brasiliensis* ao longo do fuste.

**Table 1.** Average values for basic density of *Hevea brasiliensis* wood along the shaft.

Altura na árvore	Densidade básica (g.cm <sup>-3</sup> )
Base	0,617 a (21,50%)
1,5m	0,529 a (15,31%)
3,0m	0,587 a (27,28%)
Altura à primeira bifurcação	0,622 a (23,68%)

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses representam os coeficientes de variação.

A densidade da madeira de *Hevea brasiliensis* foi superior às encontradas para espécies do gênero *Eucalyptus* mais exploradas no Brasil (ARANGO ALZATE et al., 2005; SEGURA et al., 2016). Espécies de média densidade, como a *Hevea brasiliensis*, possuem uma vantagem técnica significativa na fabricação de painéis compensados para fins estruturais, que requerem maior resistência mecânica (IWAKIRI et al., 2007).

Os valores médios encontrados para coeficiente de contração radial, tangencial, longitudinal e volumetria; e anisotropia de contração não se diferenciaram estatisticamente considerando a posição do fuste analisado, em especial quanto ao painel de extração de látex (Tabela 2).

Considerando a ausência de diferenças estatísticas nas propriedades físicas da madeira ao longo do fuste a seringueira mostrou-se adequada para o processamento mecânico, não havendo a necessidade de sortimento do tronco.

**Tabela 2.** Valores médios das propriedades físicas da madeira de *Hevea brasiliensis* após extração de látex.**Table 2.** Average values of the physical properties of *Hevea brasiliensis* wood after latex extraction.

Altura na árvore	Contração Linear e Volumétrica				Anisotropia de Contração
	Lr	Lt	Tr	V	
1,5m	3,53 a	7,96 a	0,69 a	12,18 a	2,24 a
	(30,16%)	(28,98%)	(77,01%)	(22,35%)	(18,74%)
3,0m	3,43 a	7,62 a	0,72 a	11,78 a	2,12 a
	(24,62%)	(25,13%)	(73,10%)	(17,84%)	(22,50%)

Lr: Plano longitudinal radial; Lt: Plano longitudinal tangencial; Tr: Plano transversal.; V: Volumétrica. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses representam o coeficiente de variação.

Para anisotropia de contração, foi encontrado valor superior a 2,0, o que classifica a madeira como de baixa qualidade para produtos sólidos (NOCK et al., 1975). Porém algumas madeiras consolidadas comercialmente também apresentam valores elevados de anisotropia, como é o caso de determinadas espécies do gênero *Eucalyptus*, em que a espécie *Eucalyptus urophylla* apresentou valores de anisotropia próximos a 2,0 (EVANGELISTA et al., 2010). E a espécie *Eucalyptus dunnii*, que possui densidade básica próximo ao da *Hevea brasiliensis*, 2,36 para coeficiente anisotrópico (BATISTA et al., 2010).

Santana et. al. (2001), encontrou valores de anisotropia de contração superiores aos do presente trabalho para quatro variedades de clones de seringueira, cujos valores variaram de 2,2 a 3,3. Tanto os resultados do presente estudo, quanto os dos autores supracitados mostraram que a madeira de seringueira é considerada muito instável para a produção de móveis.

### Composição química

Os valores médios resultantes da análise química da madeira de *Hevea brasiliensis* para extrativos totais, lignina total, holocelulose e cinzas estão descritos na Tabela 3.

Os valores de extrativos totais variaram estatisticamente ao longo do fuste apresentando tendência de diminuição com a altura da árvore (sentido base-topo). A proximidade do painel de extração de látex causou um aumento do teor de extrativos, que pode ser atribuído a alta concentração de látex no local.

Resultados semelhantes foram encontrados por Severo et. al. (2013) que obtiveram diferenças estatísticas quanto a extração ou não do látex. Ao avaliar o teor de extrativos na posição de 1,5m do clone RRIM 600 oriundos da Malásia Riyaphan et al. (2015) encontram valor médio de 9,0%, superior ao obtidos no presente trabalho.

A concentração de lignina Klason e lignina total apresentaram variação estatística, porém com o comportamento semelhante de acréscimo nos valores com o aumento da altura. Já a lignina solúvel foi estatisticamente menor na porção do fuste mais próxima ao painel, apresentando a maior concentração na posição da primeira bifurcação. Os valores para lignina total encontrados estão próximos aos descritos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (1998) que mostrou o montante de 22,1%.

**Tabela 3.** Valores médios das propriedades química da madeira de *Hevea brasiliensis* após extração de látex.**Table 3.** Average values of chemical properties of *Hevea brasiliensis* wood after latex extraction.

Altura na árvore	Parâmetros da composição química da madeira						
	ET	LK	LS	LT	H	C	pH
Base	6,00a	19,61a	3,79b	23,40a	70,60c	1,04b	6,65a
	(7,23%)	(1,47%)	(0,40%)	(1,17%)	(0,97%)	(2,09%)	(0,56%)
1,5m	5,39a	19,06ab	3,81b	22,86ab	71,74bc	1,11ab	6,50b
	(5,30%)	(3,48%)	(0,26%)	(2,83%)	(1,30%)	(1,01%)	(0,76%)
3,0m	4,42b	18,46ab	3,85a	22,31ab	73,27ab	1,18a	6,51b
	(8,69%)	(5,45%)	(0,45%)	(4,57%)	(1,06%)	(5,40%)	(0,93%)
Primeira bifurcação	4,39b	17,55b	3,86a	21,41b	74,20a	1,11ab	6,29c
	(3,31%)	(2,38%)	(0,15%)	(1,92%)	(0,74%)	(4,30%)	(1,02%)

ET – Extrativos totais, %; LK – Lignina Klason, %; LS – Lignina solúvel, %; Lignina total, %; H – Holocelulose, %; C – Cinzas, %. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses representam o coeficiente de variação.

Ao contrário da presença de extrativos e lignina, a holocelulose aumentou com a altura das árvores, e sua presença mostrou-se ainda menor na porção próxima ao painel de extração de látex. Os resultados mostraram-se compatíveis com os encontrados pelo IBAMA (1998), que obteve valor de 74,5% para holocelulose em árvores de *Hevea brasiliensis*.

O teor de cinzas no material do presente estudo foi maior na base do que no topo, porém não foi influenciado pelo painel de extração de látex. O percentual de cinzas médio encontrados para a madeira foi superior em relação a algumas espécies de *Eucalyptus*, as quais apresentam valores médios de 0,45% (SEGURA *et al.*, 2016). Porém os valores são compatíveis com os apresentados por Browing (1963), Sjöström (1981) e Fengel; Wegener (1989) que relatam que, para espécies tropicais, o teor de cinzas pode chegar a 5%.

O pH da madeira diminuiu com a altura da árvore, repetindo o comportamento dos extrativos totais. Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que, nas regiões mais próximas do painel de extração, detectou-se maior acidez, devido ao fato de receberem maiores estímulos químicos para a produção de látex. Isso pode ser atribuído ao fato do látex ser um extrativo, e mesmo com o pH 6,9,

próximo da neutralidade, tem este valor alterado para 5,0 quando exposto ao ar, condição que a madeira analisada se encontrava (VIRGENS FILHO *et al.*, 2003).

## Conclusões

A região de extração de látex não apresentou densidade básica e retratibilidade da madeira diferente das outras alturas, porém a composição química foi diferente nesta região.

A densidade básica da madeira de *Hevea brasiliensis* foi de 0,58 g.cm<sup>-3</sup>, o que classifica esta como uma madeira de média densidade. Já o fator anisotrópico calculado foi superior a 2, classificando a madeira de *Hevea brasiliensis* como de baixa qualidade para produtos sólidos, não sendo indicada para produção de móveis.

Os resultados mostram que a madeira de *Hevea brasiliensis* tem potencial para utilização industrial, tendo em vista a homogeneidade de suas propriedades físicas, que torna desnecessário o sortimento para exclusão do painel de extração de látex, e pelo fato de apresentar características semelhantes às das espécies comerciais.



## Agradecimentos

Os autores agradecem a APABOR – Associação Paulista de Produtores e Beneficiadores de Borracha e corpo técnico da Fazenda Guanabara, pela madeira cedida.

## Referências

- ANDRADE, M. C. N.; MINHONI, M. T. A.; SANSÍGOLO, C. A.; ZIED, D. C. Análise química da madeira e casca de diferentes tipos de eucalipto antes e depois do cultivo de shiitake em toras. **Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 165-175, 2010.
- ARANGO ALZATE, S. B.; FILHO, M. T.; PIEDADE, S. M. de S. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 87-95, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: Madeira - Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003.
- AUTRAN, C. S.; GONÇALEZ, J. C. Caracterização colorimétrica das madeiras de muirapiranga (*Brosimum rubescens* Taub.) e de seringueira (*Hevea brasiliensis*) visando à utilização em interiores. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 445-451, 2006.
- BALSINGER, J. BAHDON, J.; WHITEMAN, A. **Asia-Pacific forestry sector Outlook study: the utilization, processing and demand for rubberwood as a source of wood supply**. Roma: FAO, 2000.
- BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, 2010.
- BROWING, B. L. **The Chemistry of Wood**. New York, Interscience, 1963.
- BURGER, M. L.; RITCHER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas – COPANT. **COPANT 462**: Método de determinación de la contracción. COPANT; 1972.
- EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. de C.; DELLA LUCIA, R. M.; LOBO, L. M.; de SOUZA, M. O. A. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal. **Ciência da madeira**, Pelotas, v. 01, n. 02, p. 01-19, 2010.
- FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood Chemistry, ultrastructure reactions**. Berlin: Springer, 1989.
- FURLANI, R. C. M.; MORAES, C. M. B. de; MORAES, M. L. T. de; PAIVA, J. R. de; SEBBEM, A. M. Mating system in a *Hevea brasiliensis* population by isozyme loci. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, p. 402-409, 2005.
- HONG, L. T. Rubberwood utilization: a success story. In: WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS, 20., 1995, Tampere. **Paper and abstracts...** Tampere: IUFRO, 1995. p. 1-12.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório anual 2017**. Brasília, DF, 2017. 100 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Anuário Estatístico: mercado da borracha**. Brasília, DF, 1998. 35p.
- IWAKIRI, S.; KEINERT JUNIOR, S.; PRATA, J. G.; ROSSO, S. Produção de compensado estrutural de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 363-367, 2007.
- IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; WEBER, A. M.; JUNIOR, E. A. B.; PEREIRA, G. F.; BUENO, J. A.; CECHIN, L.; RAI, R. Z. Efeito do tratamento de partículas e aceleradores de endurecimento na produção de painéis cimento-madeira de *Hevea brasiliensis*. **Floresta**, v. 47, n. 3, p. 289-296, 2017.
- LEONELLO, E. C.; BALLARIN, A. W.; OHTO, J. M.; PALMA, H. A. L.; ESCOBAR, J. F. Classificação estrutural e qualidade da madeira do clone GT1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 229-235, 2012.
- LIMA, I. S.; MACEDO, H. R.; GALLO, P. B.; GONÇALVES, P. S.; GARCIA, J. N.; LONGUI, E. L.; FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M. Seleção de clones de *Hevea brasiliensis* para a região de Mococa, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 137-143, 2015.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000.
- MATAN, N.; KYOKONG, B. Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of juvenile rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, Tailândia, v. 25, n. 3, p. 327-340, 2003.
- NOCK, H. P.; RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Tecnologia da madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1975.
- OKINO, E. Y. A.; TEIXEIRA, D. E.; SOUZA, M. R.; SANTANA, M. A. E.; SILVA, C. B. G.; TOMAZ, R. B.; SOUSA, M. E. Uso da madeira de seringueira, pinus e cipreste na produção de chapas OSB. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 457-468, 2009.
- PALMA, H. A. L.; ESCOBAR, J. F.; BALLARIN, A. W.; LEONELLO, E. C. Influência da qualidade das lâminas no desempenho mecânico de painéis compensados de *Hevea brasiliensis*. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, n. 19, v. 2, p. 133-140, 2012.
- PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; BENESI, J. F. C. **Desempenho de clones de seringueira sob diferentes sistemas de sangria**. Planaltina: Embrapa, 2001.
- REZENDE, M. A. de; SAGLIETTI, J. R. C.; GUERRINI, I. A. Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF**, Piracicaba, n. 48/49, p. 133-141, 1995.
- RIYAPHAN, J.; PHUMICHAI, T.; NEIMSUWAN, T.; WITAYAKRAN, S.; SUNGSING, K.; KAVEETA, R.; PHUMICHAI, C. Variability in chemical and mechanical properties of Pará ruber (*Hevea brasiliensis*) trees. **Science Asia**, Tailândia, n. 4, v. 41, p. 251-258, 2015.
- SANTANA, M. A. E.; EIRAS, K. M. M.; PASTORE, T. C. M. Avaliação da madeira de quatro clones de *Hevea brasiliensis* por meio de sua caracterização físico-mecânica. **Brasil Floresta**, Brasília, v. 70, p. 61-68, 2001.
- SEGURA, T. E. S.; SANTOS, J. R. S.; SARTO, C.; SILVA JUNIOR, F. G. Effect of kappa number variation on modified pulping of *Eucalyptus*. **Bioresources**, Raleigh, n. 11, v. 4, p. 9842-9855, 2016.
- SEVERO, E. T. D.; OLIVEIRA JUNIOR, E. F.; SANSÍGOLO, C. D.; CALONEGO, F. W. Properties of juvenile and mature woods of *Hevea brasiliensis* untapped and with tapped panels. **European journal of wood and wood products**, Alemanha, v. 71, n. 6, p. 815-818, 2013.
- SJÖSTRÖM, E. **Wood Chemistry fundamentals and applications**. New York. Academic Press, 1981.
- SOUZA, A. P.; DELLA LUCIA, R. M.; RESENDE, G. C. Estudo da densidade básica da madeira de *Eucalyptus microcorys*. F. Muell, cultivado na região de Dionísio, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.1, p.16-27, 1979.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **T 204 cm-97**: Solvent extractives of wood and pulp. Atlanta, 1997.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **T 211 om-02**: Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525°C. Atlanta, 2002.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **T 251 om-02**: pH and electrical conductivity of hot water extracts of pulp, paper, and paperboard. Atlanta, 2002.
- TOLEDO, P. E. N.; GHILARDI, A. A. Custo de produção e rentabilidade do cultivo da seringueira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 30-46, 2000.
- TREVISAN, H.; TIEPPO, F. M. M.; CARVALHO, A. G.; LELIS, R. C. C. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 93- 101, 2007.
- VIRGENS FILHO, A. C.; MOREIRA, A.; CASTRO, P. R. C. Características físicas e químicas do látex e crescimento da seringueira em função da calagem e da adubação NPK em dois sistemas de exploração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1237-1245, 2003.