



## **EFEITO DE SOLUÇÕES SALINAS NA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE KIRI (*Paulownia tomentosa*)**

PAES, Juarez Benigno Paes<sup>1</sup>; LOIOLA, Pedro Lício Loiola<sup>2</sup>; EUFLOSINO, Allan Ewerton  
Rezende<sup>3</sup>; SALVADOR, Fernando Moreli<sup>3</sup>; VITÓRIA, Jairo Barbieri da<sup>3</sup>

**RESUMO** – (EFEITO DE SOLUÇÕES SALINAS NA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE KIRI (*Paulownia tomentosa*)) O Kiri (*Paulownia tomentosa*) é uma espécie originária da China que possui ciclo curto tendo sua madeira destinada a artigos de mobiliários e instrumentos musicais, o que requer uma maior estabilidade dimensional da madeira. Diante do fato, este estudo teve o objetivo de avaliar a influência da impregnação da madeira de kiri com diferentes soluções salinas em sua estabilidade dimensional. Amostras de madeira com dimensões de 2 x 2 x 3 cm (tangencial x radial x longitudinal) foram impregnadas com soluções a 10% de sais de cloreto de lítio, cloreto de sódio, sulfato de alumínio, sulfato de magnésio ou sulfato de zinco em um dessecador, sob vácuo intermitente e medidas suas dimensões durante os períodos de 24, 48 e 72 horas de imersão. Depois de saturadas, as amostras foram dispostas em estufa nas temperaturas de 60, 80 e 103 °C, durante 24 horas em cada temperatura e tomadas suas dimensões. As soluções salinas empregadas não apresentaram resultados satisfatórios na melhoria da estabilidade dimensional da madeira de kiri.

**Palavras-chave:** madeira tratada, anisotropia, retratibilidade.

**ABSTRACT** – (EFFECT OF SALTS ON DIMENSIONAL STABILITY OF KIRI WOOD (*Paulownia tomentosa*)) The Kiri (*Paulownia tomentosa*) is a species originating in China that has short cycle having your wood for furniture items and musical instruments, which requires greater dimensional stability of wood. Before the fact, this study aimed to assess the influence of kiri wood impregnation with different salt solutions in their dimensional stability. Samples of wood with dimensions of 2 x 2 x 3 cm (radial x tangential x longitudinal) were impregnated with the 10% saline solutions of lithium chloride, sodium chloride, aluminum sulfate, magnesium sulfate or zinc sulphate in a desiccator under intermittent vacuum and measures their dimensions during periods of 24, 48 and 72 hours of immersion. Once saturated, the samples were placed in an oven at temperatures of 60, 80 and 103° C for 24 h at each temperature and taken its dimensions. The saline solutions employed did not provide satisfactory results in improving the stability of kiri wood.

**Keywords:** treated wood, anisotropy, shrinkage.

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Doutor em Ciência Florestal - Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, 316 - 29550-000, Jerônimo Monteiro - ES - jbp2@uol.com.br;

<sup>2</sup> Engenheiro Industrial Madeireiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba - PR - pedrlcio@hotmail.com;

<sup>3</sup> Acadêmico de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, 316 - 29550-000, Jerônimo Monteiro - ES - allan\_ewerton@hotmail.com, fernandomorelialvador@hotmail.com, jairo.brvtoria@gmail.com, respectivamente.

## 1. INTRODUÇÃO

O kiri (*Paulownia tomentosa*) é uma árvore de crescimento rápido e ciclo curto de produção de madeira (ZHU, LU; XIONG, 1986), que pode ser colhidas aos 15 anos, sendo considerada uma madeira valiosa, porém, aos 6 - 7 anos de idade é considerada como madeira de baixa qualidade. Esta árvore adulta pode alcançar uma altura de 10 a 20 m e cresce até 3 m em um ano em condições ideais (FLYNN; HOLDER, 2001).

As madeiras de kiri possuem como característica, facilidade de secagem, apresentando poucos defeitos, com coeficiente de contração baixo e qualidades desejáveis em processos de usinagem e acabamento. Sua popularidade no mercado mundial é causada pela sua alta resistência à podridão branca e parda, boa estabilidade dimensional e um alto ponto de ignição (ZHU, LU; XIONG, 1986; FLYNN; HOLDER, 2001).

Por causa de sua natureza higroscópica, a madeira incha ou contrai de acordo com a umidade relativa, causando modificações dimensionais na estrutura da parede celular, fato este, ocasionado abaixo do ponto de saturação das fibras. Gomes et al. (2006) afirmaram que esta higroscopicidade da madeira está

relacionada à natureza hidrofílica dos constituintes da parede celular, em que as hidroxilas presentes na celulose, hemiceluloses e lignina são polares e podem se ligar às moléculas de água. A variação dimensional da madeira pode se tornar um fator de inviabilidade econômica para o uso de determinadas espécies, sendo necessário que se obtenha uma boa estabilidade dimensional por parte da matéria prima.

Existe uma forte influencia do emprego de soluções salinas com o inchamento da madeira, assim como soluções ácidas promovem um inchamento da madeira menor que a água (KOLLMANN, 1959; KOLLMANN; CÔTE JÚNIOR, 1968).

A estabilidade da madeira tratada com sais ocorre por causa da reação destes compostos com os constituintes da parede celular, formando um complexo, impedindo a madeira de adsorver água, uma vez que sua estrutura já se encontra saturada com os sais, ocasionando o efeito “bulking”. Desta forma existe a necessidade da realização de estudos específicos com novas técnicas para a melhoria da estabilidade dimensional da madeira de *Paulownia tomentosa* para a produção de produtos com melhores

características nas suas propriedades físicas.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito de diferentes soluções salinas (cloreto de lítio, cloreto de sódio, sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco,) na melhoria da estabilidade dimensional da madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Obtenção da madeira e confecção das amostras

A madeira empregada nesta pesquisa foi *Paulownia tomentosa* proveniente de pranchões existentes no Laboratório de Usinagem e Beneficiamento da Madeira (LUMber) do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizado no Município de Jerônimo Monteiro - ES.

Os pranchões foram selecionados em função de seus aspectos fitossanitários, e transformados em amostras de 2,0 x 3,0 x 5,0 cm (tangencial x radial x longitudinal), conforme recomendações da Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnica – ABNT (1997).

### 2.2. Tratamento de impregnação das amostras

As amostras foram secas em uma estufa mantida a  $103 \pm 2$  °C, até massa constante, pesadas em balança com precisão de 0,01 g, e tiveram suas dimensões tomadas com um micrômetro digital (0,001 mm de precisão), impregnadas com os sais (cloreto de lítio, cloreto de sódio, sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco) em um dissecador submetido à vácuo intermitente, tomadas suas dimensões e massa a cada 24 horas até a completa saturação das mesmas.

Foram empregadas soluções de 10% de concentração dos sais para a impregnação das amostras. Depois de saturadas as amostras serão transferidas para uma estufa mantida a 60; 80;  $103 \pm 2$  °C, por intervalos de 24 horas e tomadas suas dimensões e massa para avaliar o efeito das soluções testadas na estabilidade dimensional e da quantidade de sais absorvido pelas amostras.

Para avaliar os resultados da estabilidade dimensional da madeira de *Paulownia tomentosa* (Kiri) impregnados com soluções salinas, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado. Com as informações do inchamento (impregnação) e da retratibilidade (secagem) foram confeccionados gráficos

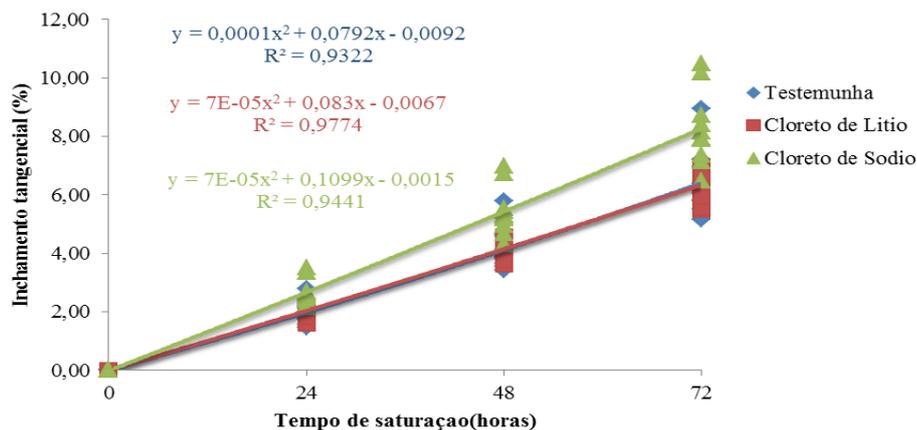
para a análise da estabilidade dimensional provocada pelos sais nas madeiras ensaiadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

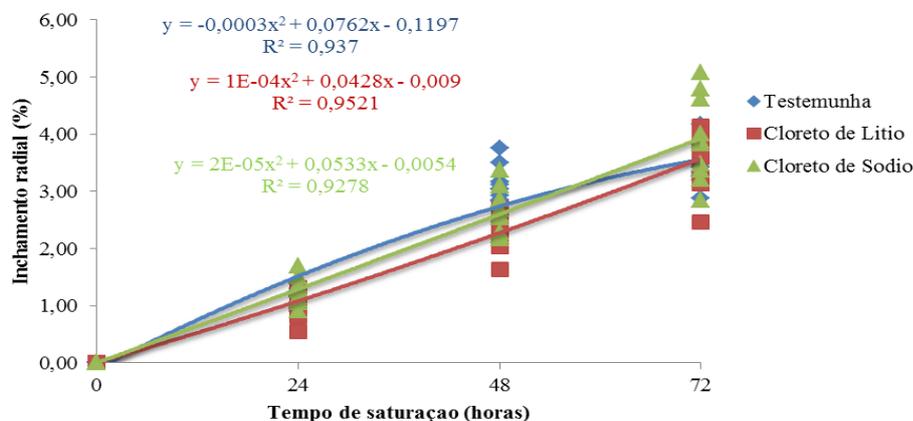
Os resultados do inchamento tangencial, radial e volumétrico para as soluções cloreto de lítio, cloreto de sódio para a madeira de kiri (*Paulownia*

*tomentosa*), constam nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

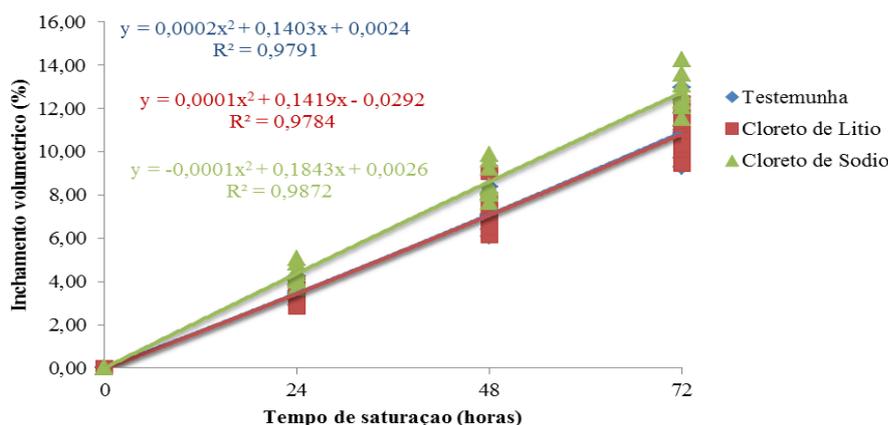
Para a seção tangencial (Figura 1) obteve-se um inchamento de 6,33% para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) impregnada com a solução de cloreto de sódio, enquanto para aquelas saturadas com a solução de cloreto de lítio tiveram um inchamento de 8,28%. Nota-se ainda, que as amostras impregnadas com água destilada tiveram inchamento de 6,39%.



**Figura 1.** Inchamento tangencial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio.



**Figura 2.** Inchamento radial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio.



**Figura 3.** Inchamento volumétrico para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio.

Para a seção radial observou-se um inchamento inferior em comparação com a seção tangencial, considerado normal para madeiras (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985; GOMES *et al.*, 2006).

Observa-se na Figura 2 e Tabela 1, que houve homogeneidade no inchamento das amostras proporcionadas pelas soluções salinas de cloreto de lítio e cloreto de sódio, com valores de inchamento radial de 3,56 e 3,92%. Enquanto as madeiras saturadas com água destilada possuíam os menores valores de inchamento radial (3,43%).

Para o inchamento volumétrico (Figura 3), observou-se que a madeira impregnada com a solução de cloreto de lítio e a solução controle (água destilada) tiveram os melhores resultados, proporcionando a maior estabilidade dimensional da madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com os valores de 10,79 e

10,90%, respectivamente (Tabela 1). Já a solução de cloreto de sódio, promoveu o maior inchamento volumétrico à madeira de kiri (12,73%).

Os valores de inchamento volumétrico (Tabela 1), a variação longitudinal não foi considerada, conforme indicação de Kollmann e Côté Junior (1968); Galvão e Jankowsky (1985); Durlo e Marchiori (1992) e Klitzke (2007).

A mudança de volume da madeira que ocorre por causa da desorção e adsorção de água é considerada uma das propriedades físicas mais importantes, afetando e limitando consideravelmente o seu uso industrial em produtos serrados.

Os resultados do inchamento tangencial, radial e volumétrico para as soluções sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*), constam nas Figuras 4, 5 e 6, respectivamente.

**Tabela 1.** Inchamentos tangencial, radial e volumétrico para a madeira de *Paulownia tomentosa* para a água destilada e soluções de cloreto de lítio e sódio

<i>Paulownia tomentosa</i>	<b>Inchamento Tangencial da Madeira</b>		
	Água destilada	Cloreto de Lítio	Cloreto de Sódio
Inchamento máximo (%)	6,39	6,33	8,28
Desvio Padrao (%)	1,09	0,60	1,27
Coeficiente de Variação (%)	17,07	9,49	15,29
<i>Paulownia tomentosa</i>	<b>Inchamento Radial da Madeira</b>		
	Água destilada	Cloreto de Lítio	Cloreto de Sódio
Inchamento máximo (%)	3,43	3,56	3,92
Desvio Padrao (%)	0,36	0,50	0,72
Coeficiente de Variação (%)	10,39	14,04	18,48
<i>Paulownia tomentosa</i>	<b>Inchamento Volumétrico da Madeira</b>		
	Água destilada	Cloreto de Lítio	Cloreto de Sódio
Inchamento máximo (%)	10,90	10,79	12,73
Desvio Padrao (%)	1,01	0,88	0,78
Coeficiente de Variação (%)	9,29	8,14	6,12

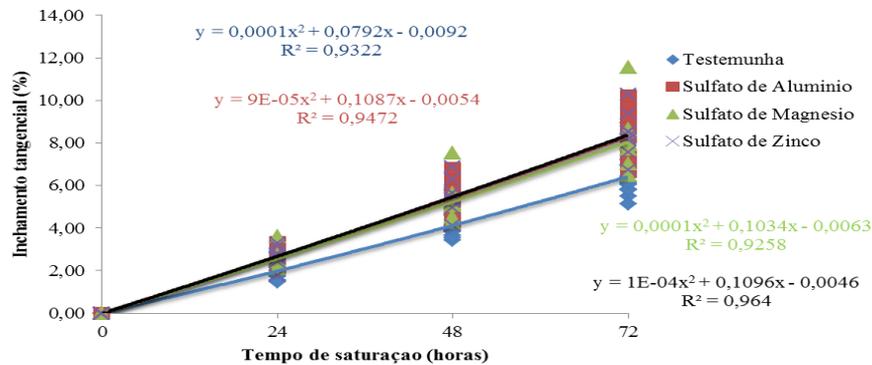
Para o sentido tangencial (Figura 4), obteve-se um inchamento de 8,38% para a madeira impregnada com a solução de sulfato de zinco, enquanto, as madeiras saturadas com água destilada (controle) apresentaram inchamento de 6,39%. Nota-se ainda que as amostras impregnadas com soluções sulfato de alumínio e sulfato de magnésio tiveram inchamentos semelhantes às amostras que foram impregnadas com sulfato de zinco, mas com inchamento inferior, atingindo valores de 8,29 e 8,03%, respectivamente.

Os resultados dispostos na Figura 5 salientam homogeneidade no inchamento das soluções salinas para o sentido radial da madeira. Nota-se que as amostras impregnadas com a solução de sulfato de magnésio obtiveram valor de inchamento (4,38%), e as amostras saturadas com água

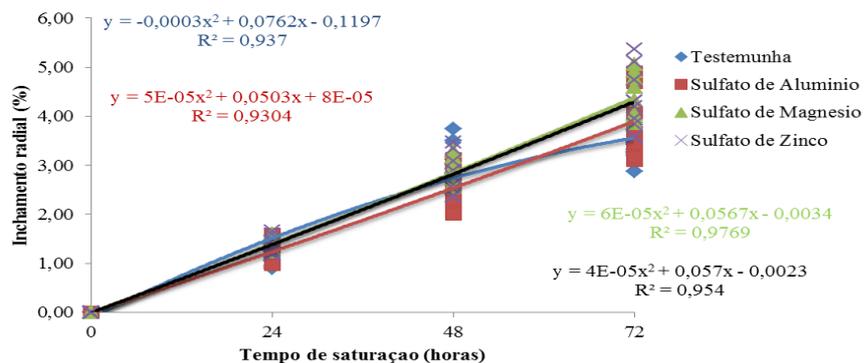
destilada compreenderam o menor inchamento (3,43%), assemelhando com a madeira impregnada com a solução de sulfato de alumínio (3,90%). As madeiras impregnadas com a solução de sulfato de magnésio compreenderam os valores de inchamento de 4,30%. Os valores de inchamento para o sentido radial foram inferiores aos valores compreendidos para o sentido tangencial, considerado normal para madeira.

Para o inchamento volumétrico (Figura 6), observou-se que a madeira de *Paulownia tomentosa* saturada com água destilada solução teve o melhor resultado, proporcionando a maior estabilidade dimensional, com o valor de 10,90% de inchamento. As demais soluções empregadas (sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco) tiveram

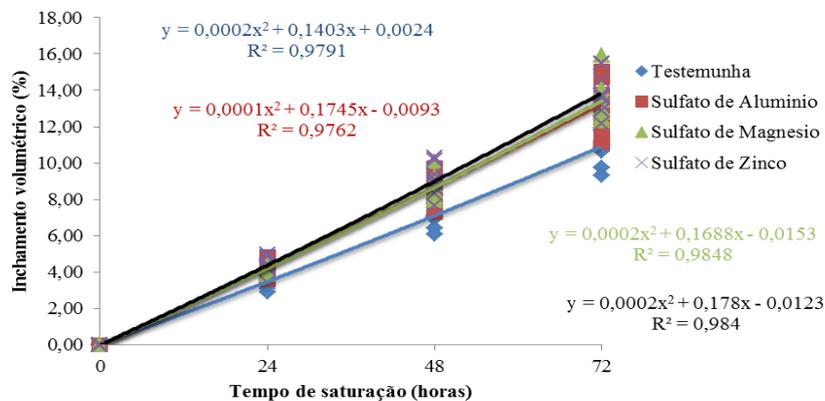
comportamento semelhante para a 13,40 e 13,85%, respectivamente (Tabela 2).  
 estabilidade dimensional da madeira de kiri com valores de inchamento de 13,23;



**Figura 4.** Inchamento tangencial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco.



**Figura 5.** Inchamento radial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de sulfato de alumínio, de magnésio e de zinco.



**Figura 6.** Inchamento volumétrica para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco.

**Tabela 2.** Inchamentos tangencial, radial e volumétrico máximos para a madeira de *Paulownia tomentosa* para a água destilada e soluções de sulfato de alumínio, de magnésio e de zinco

<i>Paulownia tomentosa</i>	<b>Inchamento Tangencial da Madeira</b>			
	Água Destilada	Sulfato de Alumínio	Sulfato de Magnésio	Sulfato de Zinco
Inchamento máximo (%)	6,39	8,29	8,03	8,38
Desvio Padrao (%)	1,09	1,27	1,45	0,95
Coefficiente de Variação (%)	17,07	15,33	18,08	11,40
<i>Paulownia tomentosa</i>	<b>Inchamento Radial da Madeira</b>			
	Água Destilada	Sulfato de Alumínio	Sulfato de Magnésio	Sulfato de Zinco
Inchamento máximo (%)	3,43	3,90	4,38	4,30
Desvio Padrao (%)	0,36	0,69	0,44	0,61
Coefficiente de Variação (%)	10,39	17,62	10,05	14,30
<i>Paulownia tomentosa</i>	<b>Inchamento Volumétrico da Madeira</b>			
	Água Destilada	Sulfato de Alumínio	Sulfato de Magnésio	Sulfato de Zinco
Inchamento máximo (%)	10,90	13,23	13,40	13,85
Desvio Padrao (%)	1,01	1,33	1,11	1,06
Coefficiente de Variação (%)	9,29	10,07	8,26	7,66

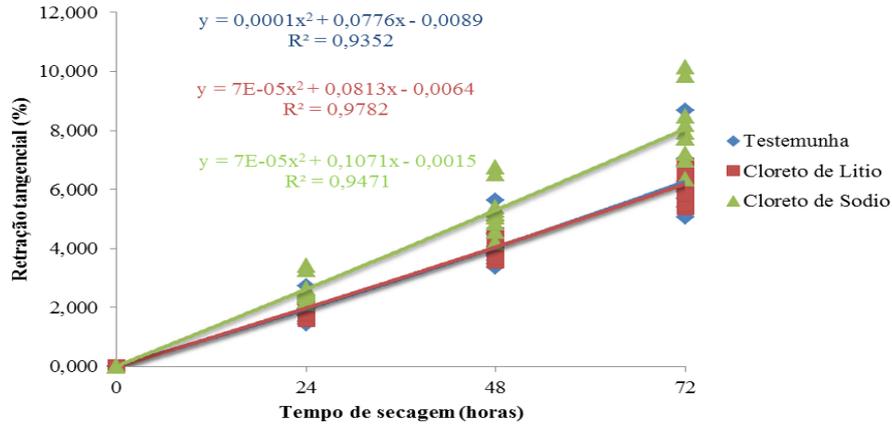
Os resultados da retratibilidade tangencial, radial e volumétrico para as soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*), constam das Figuras 7, 8 e 9, respectivamente.

Para o sentido tangencial (Figura 7), observou-se uma retratibilidade de 6,19 e 6,26% para as amostras impregnadas com a soluções de cloreto de lítio e água destilada, respectivamente. Enquanto, as madeiras impregnadas com soluções de cloreto de sódio proporcionaram valores de retratibilidade de 8,05%.

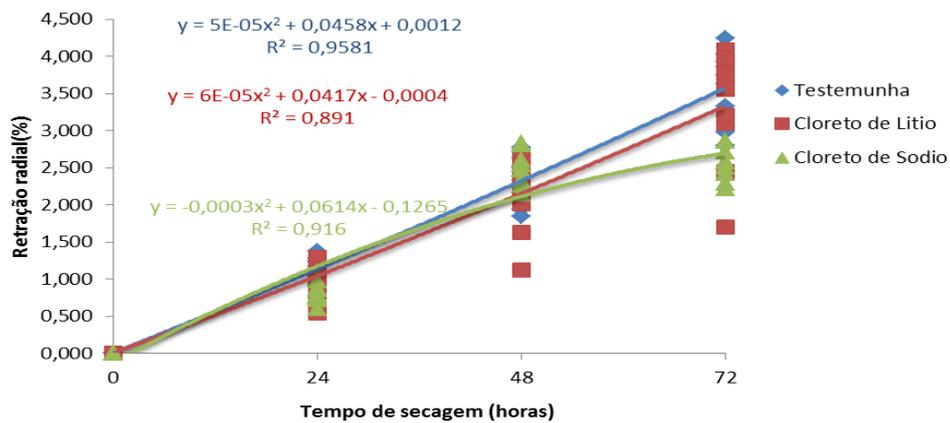
Para o sentido radial (Figura 8), a madeira saturada com água destilada teve os maiores valores de retratibilidade

3,57%. Enquanto as amostras impregnadas com as soluções de cloreto de sódio e cloreto de lítio proporcionaram valores de retratibilidade no sentido radial de 2,56 e 3,33%, respectivamente (Tabela 3).

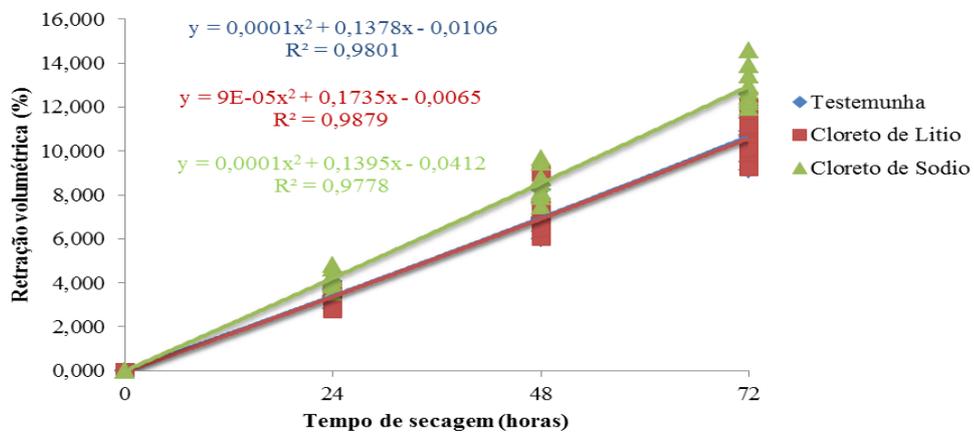
Para a retratibilidade volumétrica da madeira, observa-se que as soluções de cloreto de lítio e água destilada proporcionaram a menor retratibilidade da madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com valores de 10,55 e 10,64%, respectivamente (Figura 9). Já as amostras impregnadas com as soluções de cloreto de sódio proporcionaram valores de 12,95% de retratibilidade, sendo superiores ao efeito das soluções de cloreto de lítio e de sódio (Tabela 3).



**Figura 7.** Retração tangencial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio.



**Figura 8.** Retração radial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio.



**Figura 9.** Retração volumétrica para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de cloreto de lítio e cloreto de sódio.

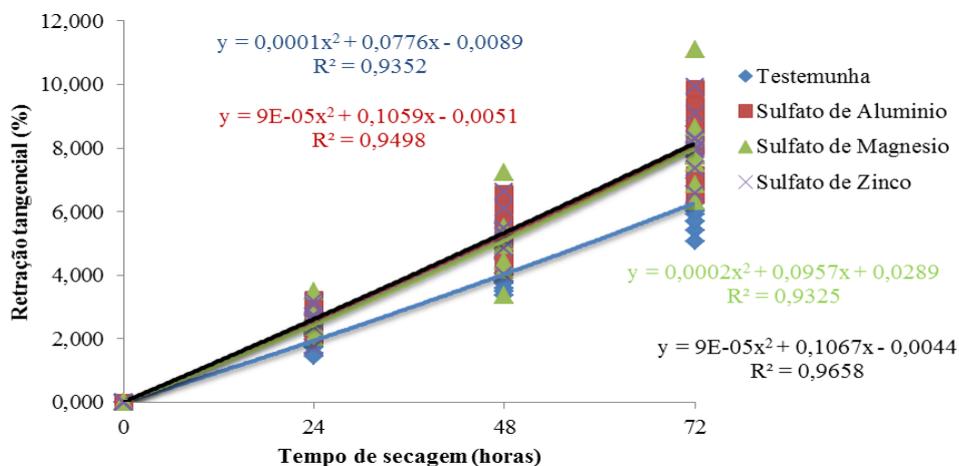
**Tabela 3.** Retratabilidade tangencial, radial e volumétrica máximos para a madeira de *Paulownia tomentosa* para a água destilada e soluções de cloreto de lítio e sódio

<i>Paulownia tomentosa</i>	Inchamento Tangencial da Madeira		
	Água destilada	Cloreto de Lítio	Cloreto de Sódio
Inchamento máximo (%)	6,26	6,19	8,05
Desvio Padrao (%)	1,04	0,58	1,20
Coeficiente de Variação (%)	16,66	9,31	14,85
<i>Paulownia tomentosa</i>	Inchamento Radial da Madeira		
	Água destilada	Cloreto de Lítio	Cloreto de Sódio
Inchamento máximo (%)	3,57	3,33	2,56
Desvio Padrao (%)	0,48	0,75	0,21
Coeficiente de Variação (%)	13,41	22,61	8,34
<i>Paulownia tomentosa</i>	Inchamento Volumétrico da Madeira		
	Água destilada	Cloreto de Lítio	Cloreto de Sódio
Inchamento máximo (%)	10,64	10,55	12,95
Desvio Padrao (%)	0,96	0,87	0,81
Coeficiente de Variação (%)	9,03	8,21	6,26

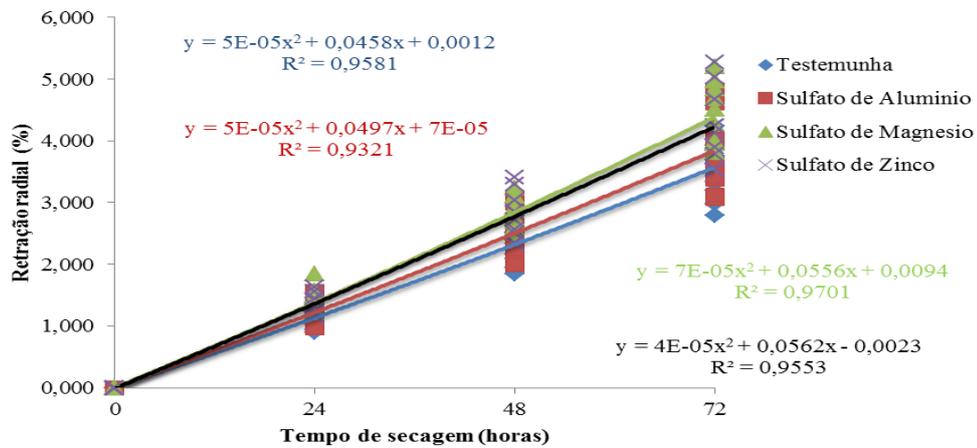
Os resultados da retratabilidade tangencial, radial e volumétrica para as soluções de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*), constam das Figuras 10, 11 e 12, respectivamente.

Para a seção tangencial (Figura 10), observa-se uma retração de 6,26% para a madeira saturada com água destilada,

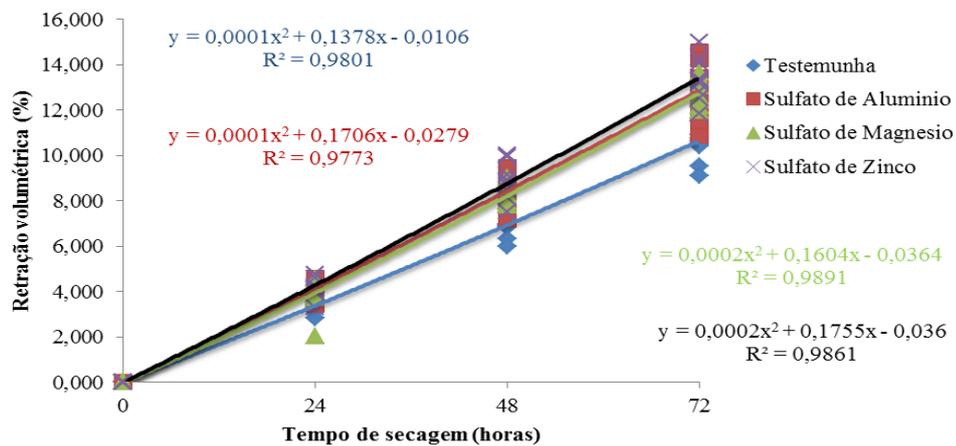
enquanto as demais soluções salinas (sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco) comportaram de forma homogênea. Os valores de retratabilidade para a madeira de kiri impregnada com as soluções salinas de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco foram de 8,07%; 8,04% e 8,15%, respectivamente.



**Figura 10.** Retração tangencial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco.



**Figura 11.** Retração radial para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco.



**Figura 12.** Retração volumétrica para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) com água destilada e soluções de sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco

Para sentido radial, as amostras impregnadas com a solução de sulfato de magnésio compreenderam os maiores valores de retratibilidade radial (4,41%). Nota-se ainda que a saturação da madeira com água destilada obteve os menores valores de inchamento com (3,57%), seguido da impregnação com sulfato de alumínio e sulfato de zinco, com valores de 3,85 e 4,23% de retratibilidade (Figura 11).

Para a retratibilidade volumétrica da madeira (Figura 12), observa-se que a saturação da madeira de *Paulownia tomentosa* obteve os melhores valores de retratibilidade (10,64%), proporcionando a melhor estabilidade da madeira no processo de secagem. As demais soluções empregadas (sulfato de alumínio, sulfato de magnésio e sulfato de zinco) não foram eficazes no processo de retratibilidade da

madeira de *Paulownia tomentosa*, para proporcionar a sua estabilidade dimensional, compreendendo os valores de 12,86; 12,73 e 13,38% de retratibilidade volumétrica da madeira de kiri, como demonstrado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Retratabilidade tangencial, radial e volumétrica máximas para a madeira de *Paulownia tomentosa* para a água destilada e soluções de sulfato de alumínio, de magnésio e de zinco

<i>Paulownia tomentosa</i>	Inchamento Tangencial da Madeira			
	Água Destilada	Sulfato de Alumínio	Sulfato de Magnésio	Sulfato de Zinco
Retração máxima (%)	6,26	8,07	8,04	8,15
Desvio Padrao (%)	1,04	1,20	1,28	0,90
Coefficiente de Variação (%)	16,66	14,93	15,94	11,09

<i>Paulownia tomentosa</i>	Inchamento Radial da Madeira			
	Água Destilada	Sulfato de Alumínio	Sulfato de Magnésio	Sulfato de Zinco
Retração máxima (%)	3,57	3,85	4,41	4,23
Desvio Padrao (%)	0,48	0,67	0,51	0,60
Coefficiente de Variação (%)	13,41	17,38	11,58	14,08

<i>Paulownia tomentosa</i>	Inchamento Volumétrico da Madeira			
	Água Destilada	Sulfato de Alumínio	Sulfato de Magnésio	Sulfato de Zinco
Retração máxima (%)	10,64	12,86	12,73	13,38
Desvio Padrao (%)	0,96	1,26	0,63	0,90
Coefficiente de Variação (%)	9,03	9,79	4,96	6,76

Na Tabela 5 é apresentado o fator anisotrópico de retratibilidade para a madeira de kiri (*Paulownia tomentosa*) e o efeito das soluções salinas empregadas em sua estabilidade dimensional.

Nota-se que para a madeira de

*Paulownia tomentosa* as soluções não proporcionaram a melhora de suas estabilidade dimensional, sendo justificado pelas características das soluções salinas empregadas que não causaram efeito “bulking” na madeira.

**Tabela 5.** Retratabilidade tangencial, radial e fator anisotrópico da madeira de *Paulownia tomentosa* para as soluções salinas

	<i>Paulownia tomentosa</i>		
	Tangencial (%)	Radial (%)	Fator Anisotrópico
Água Destilada	6,26	3,57	1,75
Cloreto de Lítio	6,19	3,33	1,86
Cloreto de Sódio	8,05	2,56	3,14
Sulfato de Alumínio	8,07	3,85	2,10
Sulfato de Magnésio	8,04	4,41	1,82
Sulfato de Zinco	8,15	4,23	1,93

#### 4. CONCLUSÃO

As soluções salinas empregadas não proporcionaram melhora na estabilidade dimensional da madeira de Kiri (*Paulownia tomentosa*), sendo justificado pelas características das soluções salinas empregadas que não causaram efeito “bulking” na madeira.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Anexo B – Determinação das propriedades das madeiras para projetos de estruturas. Rio de Janeiro, 1997. 107p.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira**: retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p.
- FLYNN, H.; C. HOLDER. **Useful wood of the world**. Madison: Forest Products Society, 2001, 618p.
- GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 112p.
- GOMES, D. F. F.; MOREIRA, J. R. da SILVA; BIANCHI, M. L.; TRUGILHO, P. F. Avaliação da estabilidade dimensional da madeira acetilada de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 70, p. 125 - 130, 2006.
- KLITZKE, R. J. Secagem da madeira. In: José Tarcísio da Silva Oliveira, Nilton César Fiedler, Marcelo Nogueira. (Org.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2007, v. 1, p. 271-366.
- KOLLMANN, F. E. P. **Tecnologia de la madeira e sus aplicaciones**. Madrid: Gráficas Reunidas S.A., 1959. 675p.
- KOLLMANN, F. E. P.; CÔTE JUNIOR, W.A.. **Principles of wood science and technology**. New York: Spring-Verlag, 1968, v. 1., 592 p.
- MODES, K. S. **Efeito da retificação térmica nas propriedades físico-mecânicas e biológica das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis***. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- MOHEBBY, B.; SANAEI, I. Influences of the hydro-thermal treatment on physical properties of beech Wood (*Fagus orientalis*). In: ANNUAL MEETING BANGALORE, 36., 2005, India. **Anais eletrônicos...** Tehran: Tarbiat Modarress University, 2005.
- ZHU, Z. H.; CHAO, C. J.; LU, X. Y.; XIONG, Y. G. ***Paulownia* in China**: cultivation and utilization. Singapore: Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Center of Canada, 1986, 65p.