

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**



Trabalho de Conclusão de Curso

**Potencial de extração dos polifenóis das cascas de folhosas  
para produção de adesivos**

**Jairo das Neves Martins**

Pelotas, 2014

**Jairo das Neves Martins**

**Potencial de extração dos polifenóis das cascas de folhosas  
para produção de adesivos**

Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>: Dr<sup>a</sup>. Érika da Silva Ferreira

Pelotas, 2014

Jairo das Neves Martins

## **Potencial de extração dos polifenóis das cascas de folhosas para produção de adesivos**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 18/06/14

### **COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Érika da Silva Ferreira (orientador)  
Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Msc. Gabriel Valim Cardoso (2º examinador)  
Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria

---

Prof. Dr. Rafael Beltrame, (3º examinador)  
Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria

**Nota do Autor**

A reprodução e a divulgação, parcial ou total, por meio digital ou impressa é permitida, desde que a fonte seja citada.

**Dedico à *minha esposa Deizi Antunes Martins.***

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a DEUS pela contemplação da vida a mim concedida.

Agradeço de todo meu coração, a minha esposa Deizi Antunes Martins e minha filha Valentina Antunes Martins, por SEMPRE estar me apoiando e incentivando em todas as etapas de minha vida, fazendo com que tudo se torne mais fácil.

Agradeço ao meu pai, Enildo Martins e a minha mãe, Maria Teresa das Neves Martins, pelo privilégio de tê-los como meus pais, pelo carinho, educação, amor, dedicação e preocupação que demonstram comigo e com meus irmãos, procurando sempre mostrar o caminho ideal a ser seguido.

Agradeço ao meu cunhado Ricardo Borges Antunes, e a minha sogra Maria de Fátima da Silva Borges, por todo o apoio, força, carinho sempre demonstrado.

Agradeço a todos meus amigos, aqueles de infância e também aos que surgiram ao decorrer da vida e da universidade, por proporcionarem momentos inesquecíveis.

Agradeço também a todos os meus colegas de faculdade, em especial Hélio Renato Ceron Filho, pelos grandes momentos vividos, tanto nas horas de estudo ou mesmo nos momentos de descontração, e pela grande amizade que nasceu desde os primeiros dias de aula e com certeza até o final de nossas vidas.

Agradeço a todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Pelotas, por todo o apoio, suporte e conhecimento passados a mim.

Agradeço a funcionária técnica de laboratório da Universidade Federal de Pelotas, Cristiane Degen Chagas, pelo apoio e dedicação na realização prática dos experimentos.

Agradeço a minha professora orientadora Érika da Silva Ferreira, pelo auxílio e dedicação oferecidos a mim, também pelos ensinamentos proporcionados me mostrando o quanto é importante a profissão de engenheiro para a sociedade.

## Resumo

MARTINS, Jairo das Neves. **Potencial de extração dos polifenóis das cascas de folhosas para produção de adesivos**. 2014. 54f Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Com a crescente demanda do mercado mundial por matéria prima, e a reduzida de madeira maciça, a indústria tem investido cada vez mais no consumo de painéis de madeira reconstituída. Para isso, as indústrias de painéis estão sempre buscando novas tecnologias para obter produtos de maior qualidade. Entretanto, os adesivos sintéticos utilizados possuem elevado custo na produção. Desta forma, pesquisas fundamentadas na utilização de tanino como elemento de modificação ou substituição no emprego de adesivos sintéticos têm aumentado consideravelmente. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de extração dos polifenóis condensados (taninos) da casca das seguintes espécies de folhosas: cinamomo (*Melia azedarach* L.), guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Vell. Blake), grevílea (*Grevillea robusta*), cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) e acrocarpo (*Acrocarpus fraxinoli* Wight & Arn). Após a amostragem e coleta do material em campo, as cascas foram fragmentadas, classificadas e extraídas em água quente por meio de refluxo por um período de 2 horas, com relação licor : casca de 15 : 1. Posteriormente, os extratos foram filtrados e caracterizados por meio da determinação dos teores de extrativos, taninos e não taninos, bem como o número de *Stiasny* – NS (reatividade do tanino) e pH. Com relação aos teores de extrativos e taninos, as cascas das espécies acrocarpo e cedro australiano apresentaram os valores mais elevados. Os extratos das cascas de cedro australiano, cinamomo e grevílea apresentaram os teores de não taninos inferiores as demais espécies analisadas. A reatividade dos extratos (NS) das cascas de acrocarpo e cedro australiano foram superiores as demais espécies avaliadas, sendo uma propriedade decisiva para inferir o aproveitamento dos taninos condensados para produção de adesivos. O pH observado nos extratos aquosos das espécies estão de acordo com o observado na literatura para extração com água quente. De acordo com os resultados observados, pode-se concluir que as cascas de acrocarpo e cedro australiano possuem potencial para extração de taninos condensados para produção de adesivos.

**Palavras-chave:** madeira reconstituída, tanino, colagem.

## Abstract

MARTINS, Jairo das Neves. **Potential extraction of polyphenols from barks of hardwoods to produce adhesives.** 54f. 2014. Course Final Paper - Course Wood Industrial Engineering, Engineering Center, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2014.

The development in demand of the world market for raw materials, and reduced solid wood, the industry has increasingly invested in consumption of reconstituted wood. For this, the industries of panels it's always searching new technologies for higher quality products. However, synthetic adhesives used have high cost in production. Thus, based on the use of tannin as part of modifying or replacing the use of synthetic adhesives research has increased considerably. In this context, the aim of this study was to evaluate the potential for extraction of condensed polyphenols (tannins) from the bark of the following species of hardwoods: *Melia azedarach* L., *Schizolobium parahyba* Vell Blake, *Grevillea robusta*, *Toona ciliata* M. Roem and *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. After sampling and collecting the sample in the field, the barks were fragmented, classified and extracted in hot water by refluxing of 2 hours, with liquor ratio: bark 15: 1. Subsequently, the extracts were filtered and characterized by determining the extractive, tannins and tannins not content, as well as the number of Stiasny - NS (reactivity of tannin) and pH. Regarding the extract and tannins content from the *A. fraxinifolius* and *T. ciliata* species showed the highest values. The extracts from bark of *T. ciliata*, *M. azedarach* and *G. robusta* showed the non tannins content lower the other species analyzed. The reactivity of the extracts (NS) from *A. fraxinifolius* and *T. ciliata* were higher than the other species, a decisive property to infer the use of condensed tannins for adhesives production. The pH observed in aqueous extracts of the species is in agreement with information from the literature for the extraction with hot water. In accordance with the observed results, were concluded that the bark from *A. fraxinifolius* and *T. ciliata* have potential for extraction of condensed tannin for adhesives production.

**Key Words:** reconstituted wood, tannin, bonding.



## Lista de Figuras

Figura 1 – Árvore de <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn – Mundani. ....	18
Figura 2 – Árvore de <i>Toona ciliata</i> M. Roem – Cedro australiano. ....	19
Figura 3 – Árvore de cinamomo – <i>Melia azedarach</i> L. ....	20
Figura 4 – Árvore de <i>Grevillea robusta</i> – Grevílea. ....	22
Figura 5 – Árvore de <i>Schizolobium parahyba</i> Vell. Blake - Guapuruvu. ....	23
Figura 6 – Estrutura dos taninos hidrolisáveis. ....	25
Figura 7 – Estrutura química do tanino: a) flavonóide genérico, b) flavan-3-ol e c) procianidina (taninos condensados). ....	26
Figura 8 – Cascas das cinco espécies estudadas no experimento. ....	29
Figura 9 – Micro moinho de facas do tipo <i>Willey</i> . ....	30
Figura 10 – Extração dos taninos sob refluxo. ....	31
Figura 11 – Extratos aquosos das cascas dispostos nas placas de petri. ....	33
Figura 12 – Estufa de secagem. ....	33
Figura 13 – a) adição de 5ml de ácido clorídrico e 10ml de formaldeído. b) balão de fundo chato sob refluxo por 30 minutos, c) aquecedor elétrico com água destilada quente; d) filtragem a vácuo com cadinho filtrante. ....	35
Figura 14 – pH-metro digital de bancada. ....	36

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Espécies utilizadas para o desenvolvimento deste estudo.....	30
Tabela 2 – Valores médios para o teor de extrativos (T.E.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas .....	38
Tabela 3 – Valores médios para o teor de tanino (T.T.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas .....	39
Tabela 4 – Valores médios para o teor de não tanino (N.T.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas .....	39
Tabela 5 – Valores médios para o número de Stiasny (N.S.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas .....	40
Tabela 6 – Valores médios para o valor pH dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas .....	41

## Lista de Siglas

ABIPA – Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira

a.s. – Absolutamente Seco

BNDS – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

CIBP - Centro de Ilustração Botânica do Paraná

DAP – Diâmetro na Altura do Peito

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

LAPAM – Laboratório de Painéis de Madeira

NS – Número de Stiasny

NT – Teor de Não Taninos

pH - Potencial de Hidrogeniônico

TE – Teor de Extrativos

TT – Teor de Taninos

ha – Hectare

## Lista de Equações

Equação 1 .....	32
Equação 2 .....	34
Equação 3 .....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1	Objetivo Geral .....	17
2.2	Objetivos Específicos .....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
3.1	Acrocarpo – <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	18
3.2	Cedro Australiano – <i>Toona ciliata</i> M. Roemer.....	19
3.3	Cinamomo – <i>Melia azedarach</i> L.....	20
3.4	Grevílea – <i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.....	21
3.5	Guapuruvu – <i>Schizolobium parahyba</i> Vell. Blake .....	22
3.6	Taninos .....	23
3.6.1	Taninos hidrolisáveis .....	24
3.6.2	Taninos condensados.....	25
3.6.3	Adesivos à base de Taninos.....	27
3.7	Madeira Reconstituída .....	27
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
4.1	Material .....	29
4.2	Preparo do material.....	30
4.3	Processo de extração dos taninos .....	31
4.4	Determinação das propriedades dos extratos aquosos .....	32
4.5	Determinação do teor de extrativos - TE.....	32
4.6	Teor de polifenóis - número de Stiasny (NS) .....	33
4.7	Determinação dos teores de taninos - TT e não taninos - NT.....	35
4.8	Determinação do valor pH.....	36
4.9	Análise estatística .....	36
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>

<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>Referências.....</b>	<b>43</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a escassez da madeira maciça os painéis de madeira reconstituída têm sido empregados como forma de suprir as demandas do mercado madeireiro no cenário mundial. Notadamente os painéis de madeira reconstituída se destacam por serem produtos com grande capacidade de substituir a madeira maciça tanto em qualidade como em quantidade para os diversos segmentos do setor.

Dados da ABIPA (2010) confirmam um aumento na capacidade produtiva das indústrias e no consumo de painéis, bem como a existência de novos investimentos para o setor.

A utilização de adesivos para colagem da madeira e seus derivados aumentou, principalmente, com o surgimento das máquinas de beneficiamento de madeira e, posteriormente, para a colagem de lâminas e produção de compensados. A partir desse período, houve um progresso gradativo com o desenvolvimento da química de materiais para a produção e aperfeiçoamento de novos adesivos para madeira (IWAKIRI, 2005).

Dentre os materiais pesquisados para substituição dos adesivos sintéticos na fabricação dos painéis de madeira aglomerada e compensados, destaca-se o tanino, um polifenol obtido de várias fontes renováveis, como por exemplo, da casca de acácia negra (*Acacia mearnsii*), pinus (*Pinus radiata*) e da madeira do cerne de quebracho (*Schinopsis* sp.) (LELIS et al., 2000).

Entre as espécies produtoras de taninos se destacam as espécies de angico (*Anadenanthera* sp), pertencente a família das Fabaceae, diversas são as espécies de angico, ocorrentes no Brasil, das quais se extrai da casca, o tanino (AFONSO, 2008).

A utilização comercial de adesivos à base de tanino da casca de *Pinus radiata* para produção de chapas de partículas no Chile desde 1994. Sendo este adesivo composto por 90% de tanino da casca de *Pinus radiata*, 5% de isocianato e 5% de ureia (SELLERS, 2001; FERREIRA, 2004).

A reação do tanino com o formaldeído se apresenta como fundamento para o seu emprego como adesivo, já que assim surgem policondensados de alto peso molecular (ROFFAEL & DIX, 1994).

A rapidez com que os polifenóis se ligam ao formaldeído possibilita a sua utilização na indústria de painéis de madeira sob condições normais de colagem e prensagem (PRASETYA & ROFFAEL, 1991).

Mediante a possibilidade de utilização dos taninos condensados para produção de adesivos, a casca de determinadas essências florestais pode se caracterizar como um material com grande potencial para agregação de valor em países como o Brasil, onde as indústrias de base florestal geram grande volume deste resíduo. Além de diminuir a demanda por adesivos derivados do petróleo pelas indústrias, o emprego do tanino viabiliza o uso racional do produto da floresta pela indústria madeireira, possibilitando o aumento do retorno econômico na atividade florestal e a geração de produtos de maior valor agregado.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o potencial de extração dos polifenóis (taninos condensados) da casca das seguintes essências florestais: acrocarpo (*Acrocarpus fraxinifolius*), cedro australiano (*Toona ciliata*), cinamomo (*Melia azedarach*), grevilea (*Grevillea robusta*) e guapuruvu (*Schizolobium parahyba*).

### 2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Extrair os taninos condensados das cascas de diferentes essências florestais empregando como agente extrator água destilada quente;
- ✓ Determinar e avaliar as seguintes propriedades dos extratos aquosos: teor de extrativos, teor de tanino e não tanino, reatividade do tanino (número de **Stiasny**) e valor pH.
- ✓ Identificar espécies com potencial para produção de adesivos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Acrocarpo – *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn

O acrocarpo (*Acrocarpus fraxinifolius*), pertencente à família *Fabaceae*, subfamília *Caesalpinioideae*, tem como sinonímia botânica *Acrocarpus combretiflorus* Teysm. & Binn. e é popularmente conhecido por acrocarpo (Figura 1), mundane, árvore de ripa (LORENZI et al., 2003). Nativa das regiões tropicais de alta pluviosidade da Ásia apresenta rápido crescimento, sendo muito promissora para reflorestamentos (RAÍ, 1976).



Figura 1 – Árvore de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn – Mundani.

Fonte: Laboratório de Manejo Florestal, 2013.

O *Acrocarpus* é pouco durável, susceptível ao ataque de fungos e insetos, entretanto, e em compensação, é facilmente impregnada com produtos preservantes (LAMPRECHT, 1990), é bastante sensível a geada (WHITMORE; OTAROLA, 1976 apud TRIANOSKI, 2010).

Com relação ao percentual de casca produzido pela espécie, Prado *et al.*, (2003), determinaram que para povoamentos com 8 anos de idade, esta variável é em média de 7,1 %, com variações de 5,9 a 10,2% dependendo da procedência.

### 3.2 Cedro Australiano – *Toona ciliata* M. Roemer

O cedro australiano (*Toona ciliata*), pertencente à família Meliaceae, é originário das regiões tropicais da Austrália, sendo introduzido no Brasil há quase três décadas, onde se adaptou muito bem às condições edafoclimáticas para o seu desenvolvimento vegetativo (FERREIRA, 2009).

Sua madeira é semelhante à dos cedros brasileiros (*Cedrela fissilis* e *C. odorata*) e, atualmente, vem sendo empregada na fabricação de móveis finos, pisos laminados, portas e janelas entre outros fins. Apresenta coloração avermelhada brilhante, com bonitas figuras, é fácil de trabalhar, possui baixa torção de fibras e apresenta moderada resistência a cupins com durabilidade mediana. Sua massa específica varia entre 0,46 a 0,64 g/cm<sup>3</sup> (MURAKAMI, 2008 apud FERREIRA, 2009).

Neste contexto a Figura 2 apresenta as características da árvore de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roemer).

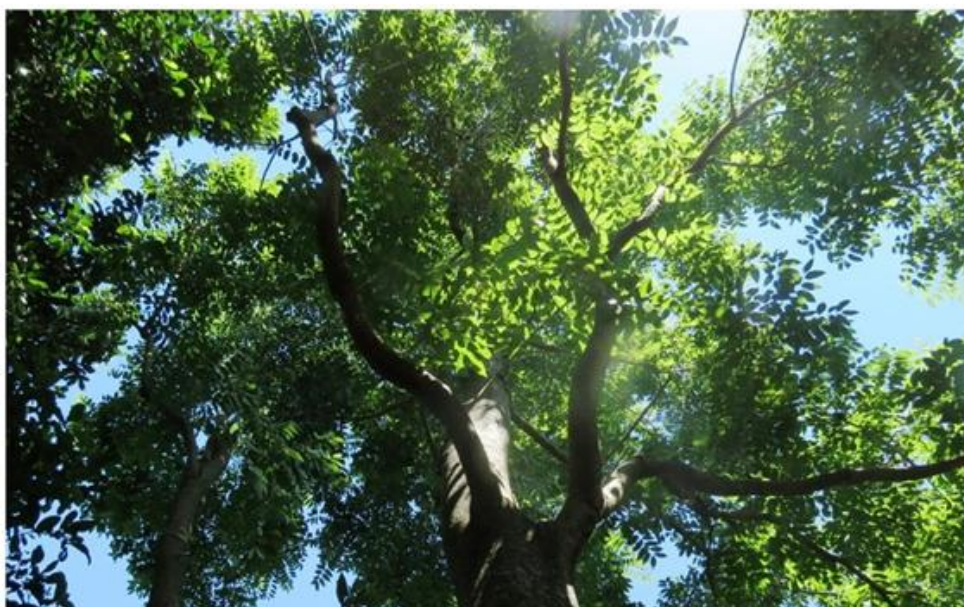


Figura 2 – Árvore de *Toona ciliata* M. Roem – Cedro australiano.  
Fonte: Laboratório de Manejo Florestal, 2013.

### 3.3 Cinamomo – *Melia azedarach* L.

O cinamomo (Figura 3), *Melia azedarach* L., é uma árvore da família *Meliaceae* sendo conhecida pelos nomes populares de ‘Cinamomo-Gigante’, ‘Contas-de-Santa-Bárbara’ e ‘Lilás-de-Soldado’, no Brasil; ‘Paraíso’ na Argentina; ‘China-berry’, ‘*Syringa berrytree*’ ou ‘*Persian lilac*’ nos Estados Unidos, sendo introduzida no Brasil no século XIX (CABEL, 2006). Encontra-se distribuída na Índia, Paquistão, Sri Lanka, Tailândia, Laos, Vietnã, Camboja, Brasil, sendo extensamente cultivada na Ásia e na parte Sul da América Latina (BOBADILLA, 2004).



Figura 3 – Árvore de cinamomo –. *Melia azedarach* L.

Fonte: Herbário Florestal, 2011.

Árvore caducifólia, e semidecidual, pouco longeva, com 10 a 20 metros de altura e 40 a 60cm de DAP (diâmetro na altura do peito), atingindo até 40 metros de altura e 100cm de DAP na idade adulta. Apresenta forma expandida irregular, de folhagem muito distribuída e desordenada. A casca varia de lisa a levemente fissurada nas árvores maiores, de coloração pardo-escura (CABEL, 2006).

Quanto as características da madeira, a espécie apresenta semelhança com a madeira de cedro (TRIANOSKI, 2010). Além de sua utilização como árvore de sombra em propriedades rurais, parques, arborização de ruas, é valorizado também pela qualidade da sua madeira, de cor amarela ou brancacenta ou rósea, às vezes avermelhada. A madeira é flexível, resistente à umidade e ao cupim, fácil de trabalhar e envernizar. É utilizada na fabricação de móveis, cabos de ferramentas, caixotaria, instrumentos musicais, palitos de fósforo, carroceria e também como combustível (SILVA JÚNIOR, 1997).

Em estudo desenvolvido por Archanjo et al. (2011) foi comprovada a presença de tanino em folhas e cascas de cinamomo (*Melia azedarach*) como metabólito secundário, sendo verificado por meio da prospecção fitoquímica dos extratos aquosos obtidos nesta investigação.

### **3.4 Grevílea – *Grevillea robusta* A. Cunn.**

Nativa de Nova Gales do Sul, na Austrália, a grevílea (*Grevillea robusta*) ocorre em florestas subtropicais pluviais, em regiões com precipitação anual de 1.000 a 1.500mm, concentrada no verão. Em plantações, no Brasil, ela tolera períodos secos moderados e desenvolve-se em solos arenosos ou argilosos. Apresentando rápido crescimento e boa forma e pode crescer, anualmente, em média, 2m em altura, 2 a 3 cm em diâmetro e alcançar produtividades de 20 a 35m<sup>3</sup>/ha.ano em sítios adequados (EMBRAPA, 1988).

A madeira de grevílea (Figura 4) apresenta cor castanho-clara, macia, acetinada, lustrosa, elástica, apresentando raios medulares largos e bem definidos, poros longos, porém em número reduzido, alguns fechados, tendo em conjunto o aspecto da madeira do carvalho Europeu. É muito decorativa e própria para obras internas, tabuado de assoalho e de forro, marcenaria, carpintaria e lenha. A massa específica é de 0,564 g/cm<sup>3</sup>. A madeira, quando serrada em tábuas, seca com facilidade e rapidez, sendo possível aproveitar o material poucos meses depois de abatida à árvore (NIGOSKI et al., 1998).





Figura 4 – Árvore de *Grevillea robusta* – Grevílea.

Fonte: Herbario Florestal, 2011.

A espécie é considerada de uso múltiplo, sendo cultivada também em renques e florestas homogêneas para produção de madeira (marcenaria, laminação, pisos, lenhas e polpa), mel e pólen, goma ou como ornamental (IAPAR, 1997).

### 3.5 Guapuruvu – *Schizolobium parahyba* Vell. Blake

O guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) é uma espécie nativa considerada pioneira de crescimento rápido, e que ocorre principalmente na floresta ombrófila densa (floresta atlântica). Pertence à família Fabaceae (Leguminosae), também conhecido como: faveira, pataqueira, guarapivu, pau-de-vintem, birosca e faveira. Distribui-se pelos estados da Bahia até Santa Catarina e o seu crescimento é favorecido em solos preferencialmente férteis, profundos e úmidos. Sua madeira é muito leve (massa específica=0,32g/cm<sup>3</sup>), com inúmeras utilidades, entre elas pode ser empregada em miolos de painéis e portas; medicina popular, pois sua casca possui propriedades terapêuticas; projetos de paisagismo e como planta apícola (LORENZI, 1992).

Com relação ao seu crescimento, esta espécie pode atingir até 10m num período de dois anos (LORENZI, 1992), sob o ponto de vista químico apresenta teor de lignina relativamente baixo. Já em referência ao aspecto energético, não

apresenta lenha de boa qualidade. O descascamento é fácil e a espessura da casca é de aproximadamente 0,8cm (TRIANOSKI, 2010).

A casca de guapuruvu (Figura 5) possui propriedades taníferas, sendo o tanino utilizado para curtimento do couro, bem como é utilizada na medicina popular devido as propriedades adstringentes (CIBP, 2005).



Figura 5 – Árvore de *Schizolobium parahyba* Vell. Blake - Guapuruvu.

Fonte: Jardineiro. net, 2013.

### 3.6 Taninos

Os taninos compreendem um grupo de substâncias que ocorrem em diversas plantas superiores, em diferentes quantidades e que têm o poder de transformar a pele animal em couro (GNAMM, 1933 apud FERREIRA, 2004). São substâncias polifenólicas, obtidas geralmente da madeira e da casca de certas folhosas, visto que as coníferas, com exceção de suas cascas, apresentam um reduzido teor de tanino (FERREIRA, 2004, 2010; GURGEL, 2008; SILVA, 2009; CARVALHO, 2010; VIEIRA, 2010).

De acordo com Mori et al. (2003), frequentemente os taninos encontrados na madeira diferem dos encontrados na casca, nas folhagens e nos frutos (MORI et al., 2003). No cerne, eles geralmente ocorrem mais abundantemente nas células do raio e no parênquima longitudinal. No alburno das árvores, a percentagem de taninos é baixa ou são praticamente inexistentes. Na casca, geralmente ocorrem nas células corticais (BROWN et al., 1952; apud MORI et al., 2003).

Os taninos podem ainda atingir entre 2 e 40% da massa seca da casca de muitas espécies, tais valores podem tornar este produto economicamente viável

para a exploração industrial considerando-se a gama de utilizações possíveis (HERGERT, 1962 apud TRUGUILHO, 1997).

Haslam (1989) designa taninos como metabólitos secundários de natureza polifenólica extraídos de plantas sendo classificados em dois grupos: os taninos hidrolisáveis, que são ésteres do ácido gálico e seus dímeros (ácido digálico ou hexaidroxidifênico e elágico) com monossacarídeos, principalmente a glucose e as proantocianidinas, que são os taninos condensados, responsáveis pelas características normalmente atribuídas a estas substâncias, como adstringência, precipitação de proteínas etc., e.

### **3.6.1 Taninos hidrolisáveis**

Os taninos hidrolisáveis (Figura 06) podem ser considerados como poliésteres da glucose, podendo ser classificados em duas categorias; (a) os galotaninos, que por hidrólise ácida liberam o ácido gálico e seus derivados; (b) os elagitaninos, que por hidrólise liberam o ácido elágico, ácido valônico, sendo o ácido elágico o mais importante (METCHE, 1980).

Os taninos hidrolisáveis são encontrados em abundâncias em folhas, frutas e vagens de dicotiledônea, mas não têm sido detectados em monocotiledôneas (LEWIS & YAMAMOTO, 1989). Estes não apresentam importância na fabricação de adesivos, ao contrário dos taninos condensados.



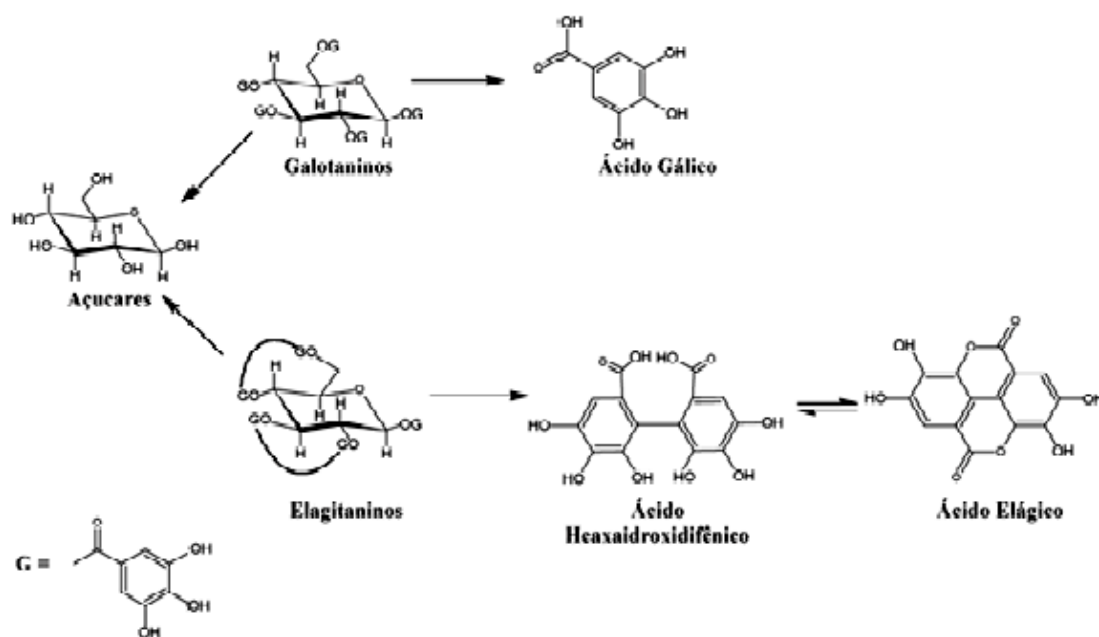


Figura 6 – Estrutura dos taninos hidrolisáveis.

Fonte: QUEIROZ et al. (2002).

### 3.6.2 Taninos condensados

Os taninos condensados são polifenóis que possuem um esqueleto de carbono do tipo  $C_6C_3C_6$ . São conhecidos também como proantocianidinas e responsáveis pelas características de adstringência e precipitação de proteínas. (PEÑA et al., 2006).

São formados por unidades de flavonóides (flavan 3-4 diol e flavan 3-ol) em vários graus de condensação (Figura 7). Esta ligação ocorre normalmente entre os carbonos 4 de uma estrutura e 8 da outra (QUEIROZ et al., 2002). De acordo com Pizzi (1983), os taninos condensados apresentam diferentes graus de condensação, variando de 4 a 12 unidades flavonoides (dependendo do tipo e da origem do tanino).

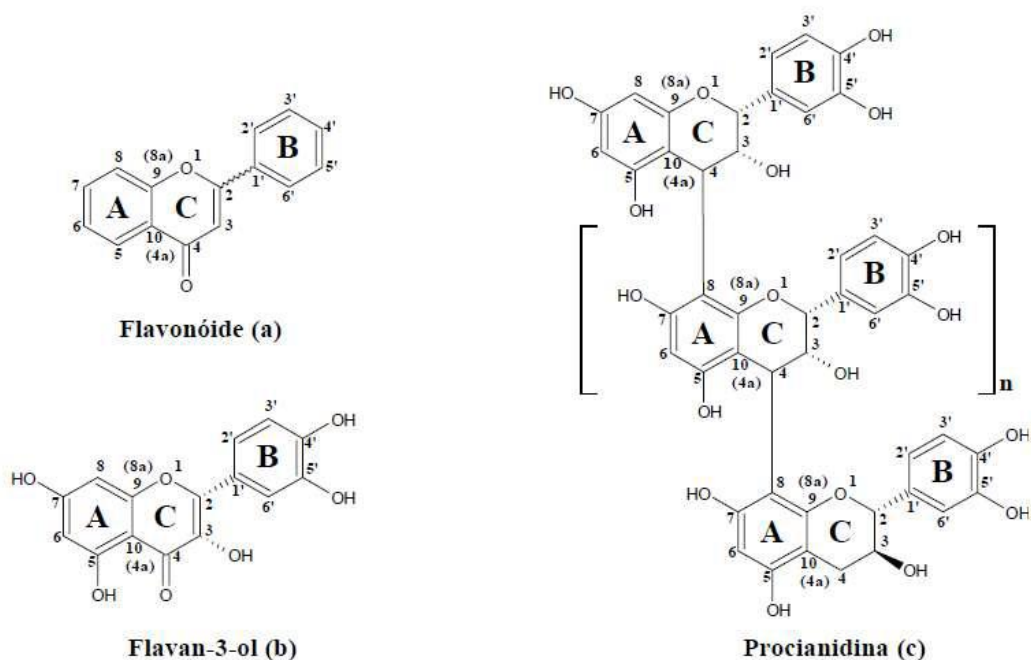


Figura 7 – Estrutura química do tanino: a) flavonóide genérico, b) flavan-3-ol e c) procianidina (taninos condensados).

Fonte: QUEIROZ et al. (2002).

De acordo com Guangcheng et al (1991), a classe de maior uso tem sido os taninos condensáveis, os quais representam 90% da produção mundial de taninos comerciais.

Paz (2003) afirma que o Brasil conta com a maior unidade de produção de extratos vegetais tanantes do mundo, a Tanac, onde o tanino corresponde a 30% do faturamento da empresa, sendo 30% (total de 30 mil toneladas por ano) de sua produção destinada ao mercado interno e os outros 70% embarcados para mais de 70 países.

### 3.6.3 Adesivos à base de Taninos

Os adesivos à base de taninos, conhecido como tanino-formaldeído – TF são obtidos por reação de flavonóides poliméricos naturais (taninos condensados) com formaldeído. Estes adesivos naturais vêm sendo empregados na manufatura de painéis de madeira na Alemanha, sendo que estes painéis fabricados apresentam excelentes propriedades de resistência mecânica (ROFFAEL e DIX, 1994).

Na determinação do teor de polifenóis condensados emprega-se a reação de Stiasny, isto é, a precipitação dos taninos do tipo flavanol por meio da condensação com formaldeído em meio ácido (WISSING, 1955).

Além da reatividade, o grau de condensação dos taninos apresenta grande importância na fabricação de adesivos, uma vez que influencia na viscosidade da solução e ligação (reticulação) das moléculas de tanino. O grau de condensação varia para as diferentes espécies sendo também influenciado pela idade e local de crescimento das árvores (DIX & MARUTZKY, 1982; SOUZA, 2006; VIEIRA, 2010; ALMEIDA, 2010).

A qualidade da colagem com adesivos à base de taninos pode ser influenciada pelos componentes químicos não fenólicos, presentes nos extrativos, como açúcares, gomas, aminoácidos, pectinas, e também pelos produtos químicos utilizados na extração. (HILLIS, 1981; WEISSMANN, 1985; SOUZA, 2006; SILVA, 2009; CARVALHO, 2010; SILVA, 2010; VIEIRA, 2010).

Tais componentes influenciam na viscosidade do adesivo (tanino-formaldeído), reduzem a vida útil e evitam a formação de ligações cruzadas intermoleculares, diminuindo assim, a resistência da linha de cola (PIZZI, 1994).

## 3.7 Madeira Reconstituída

De acordo com Marra (1992), os produtos reconstituídos de madeira são fabricados por meio da colagem de lâminas, tábuas, sarrafos, partículas ou fibras com dimensões e características definidas em função de suas aplicações finais.

Os painéis surgiram, principalmente, para atender a uma necessidade gerada pela escassez e pelo encarecimento da madeira maciça. A origem dos painéis retrata a necessidade de inovar a aplicação e o uso da madeira como matéria-prima.

Surgiram como consequência da busca, feitas pelo homem, por novos meios de utilizar e aproveitar, explorando ao máximo o potencial da madeira (TORQUATO, 2008).

Os painéis de madeira dividem-se em três grandes grupos: compensados, aglomerados e chapas de fibras. Os painéis estão consolidando posições de destaque no setor florestal e na economia brasileira, em decorrência do grande crescimento da produção na última década. De acordo com o relatório anual do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES (2008), os principais motivos desse crescimento foram a instalação de novas unidades produtoras, a busca de novas tecnologias de produção e a modernização do parque industrial.

No Brasil, a produção e a utilização de painéis de madeira reconstituída aumentaram muito nas últimas décadas. De acordo com Neves (1998), 60% da utilização final dos painéis de partículas produzidos na América Latina são destinados às indústrias moveleiras. No entanto, o aproveitamento dos painéis não é integral. De 10 a 15% dos painéis de madeira reconstituída tornam-se resíduos em formas de aparas ou recortes (FERREIRA, 2003).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material

As cascas (Figura 8) utilizadas para o desenvolvimento deste estudo foram doadas pelo Laboratório de Painéis de Madeira, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – DETF da Universidade Federal do Paraná.



Figura 1 – Cascas das cinco espécies estudadas no experimento.

De acordo com Trianoski (2010), as espécies empregadas neste estudo são provenientes de plantios florestais experimentais da Fazenda Osvaldo Amaral, localizados em Corupá – SC, de propriedade da Battistella Florestal, e são apresentadas na Tabela 1, juntamente com a data de plantio, idade e tamanho da área experimental.

Tabela 1 Espécies utilizadas para o desenvolvimento deste estudo

<b>Espécie</b>	<b>Plantio</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Área de Plantio (ha)</b>
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> (Acrocarpo)	Novembro/1989	19,5	0, 109
<i>Grevillea robusta</i> (Grevilea)	Março/1990	19,2	0, 920
<i>Melia azedarach</i> (Cinamomo)	Novembro/1990	18,5	1, 000
<i>Schizolobium parahyba</i> (Guapuruvu)	Janeiro/1993	15,5	0, 02
<i>Toona ciliata</i> (Cedro Australiano)	Fevereiro/1992	17,3	0, 552

FONTE: TRIANOSKI (2010).

## 4.2 Preparo do material

As cascas de cada espécie foram transformadas em partículas por meio de um moinho de martelo, em seguida sofreram um processo de fragmentação secundária em um micro moinho de facas tipo *Willey* (Figura 9) (com malha de 20mesh), sendo posteriormente classificadas granulometricamente por peneiras e armazenadas em sacos plásticos. Para extração dos taninos foram utilizadas as partículas das cascas que atravessaram a peneira de 40mesh (0,420mm) e ficaram retidas na peneira de 60mesh (0,250mm).



Figura 2 – Micro moinho de facas do tipo *Willey*.

### 4.3 Processo de extração dos taninos

Os taninos das cascas das diferentes essências florestais avaliadas foram extraídos sob refluxo (Figura 10), por um período de 2 horas empregando uma relação licor : casca 15:1 (150ml de água destilada quente e 10g de casca absolutamente seca – a.s.), de acordo com especificações de Ferreira (2004). Após a realização de cada extração, o material foi filtrado com auxílio de uma bomba de vácuo por meio de um filtro de büchner e papel filtro (quantitativo), sendo o extrato aquoso separado para posterior análise. As análises foram realizadas em triplicata para cada espécie avaliada.



Figura 3 – Extração dos taninos sob refluxo.

#### 4.4 Determinação das propriedades dos extratos aquosos

Para cada espécie avaliada foi determinado o teor de extrativos, bem como os teores de tanino e não tanino, reatividade do polifenol – NS e pH, de acordo com as especificações referenciadas por Wissing (1950) e Lelis (1955).

#### 4.5 Determinação do teor de extrativos - TE

Após cada extração, foi separada uma alíquota de 25ml para determinação da massa de extrativos totais, sendo o extrato pipetado em uma placa de petri, previamente tarada, e encaminhado a uma estufa a temperatura de  $103^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  até peso constante. Da diferença entre a massa da placa de petri antes e após ter sido encaminhada a estufa com a alíquota obteve-se o peso de extrativos (g) em 25ml de solução e considerando-se peso das partículas a.s. e o volume inicial empregados na extração – 150ml, calculou-se o teor de extrativos em percentagem, de acordo com a equação 1:

$$\text{TE} = \frac{\text{Pe}}{\text{P}_c} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

, onde:

TE = Teor de extrativos (%);

Pe = Peso dos extrativos extrapolados para 150ml (g);

P<sub>c</sub> = Peso das partículas a.s. (g).

Na figura 11 são apresentadas as placas de petri com as alíquotas de extratos (25ml) empregadas para determinação dos extrativos, bem como, a figura 12 ilustra a estufa utilizada para obter-se o peso constante das mesmas.



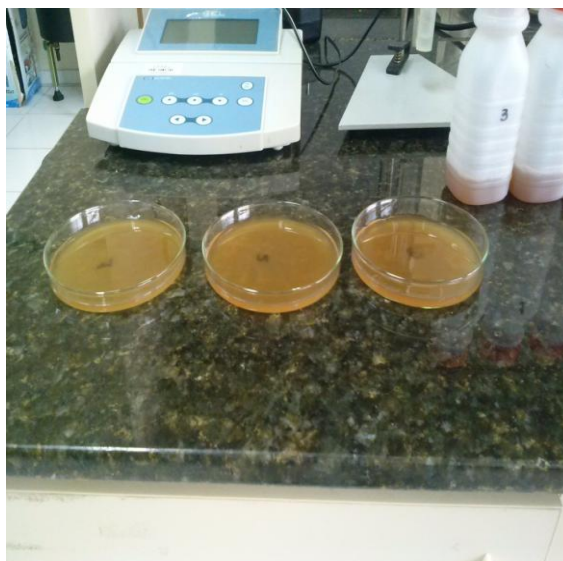


Figura 4 – Extratos aquosos das cascas dispostos nas placas de petri.



Figura 5 – Estufa de secagem.

#### 4.6 Teor de polifenóis - número de Stiasny (NS)

Uma alíquota de 50ml do extrato obtido foi encaminhado a um balão de fundo chato com capacidade de 250ml, sendo posteriormente adicionado 5ml de ácido clorídrico fumegante e 10ml de formaldeído (solução com 37% de sólidos). Em seguida a amostra foi mantida sob aquecimento (manta elétrica) e refluxo (condensadores) por um período de 30 minutos, sendo posteriormente filtrada sob vácuo e lavada com água destilada quente em cadinho filtrante de porosidade fina,

previamente tarado. O resíduo (tanino) foi encaminhado à estufa a temperatura de  $103^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  até a obtenção do peso constante. O percentual de tanino condensado contido nos extratos ou número de Stiasny (NS) foi determinado pela razão entre a massa de tanino e a massa dos extrativos totais extrapolada para 50ml e o resultado convertido em percentagem, de acordo a equação 2:

$$\text{NS} = \frac{\text{MT}}{\text{MExt}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

MExt

, onde:

NS = Número de Stiasny (%).

MT = massa de tanino precipitado em 50ml de extrato (g);

MExt = massa de extrativos extrapolado para 50ml (g).

A figura 13 apresenta os equipamentos empregados para a determinação da reatividade dos taninos condensados frente ao formaldeído (número de *Stiasny* - NS).

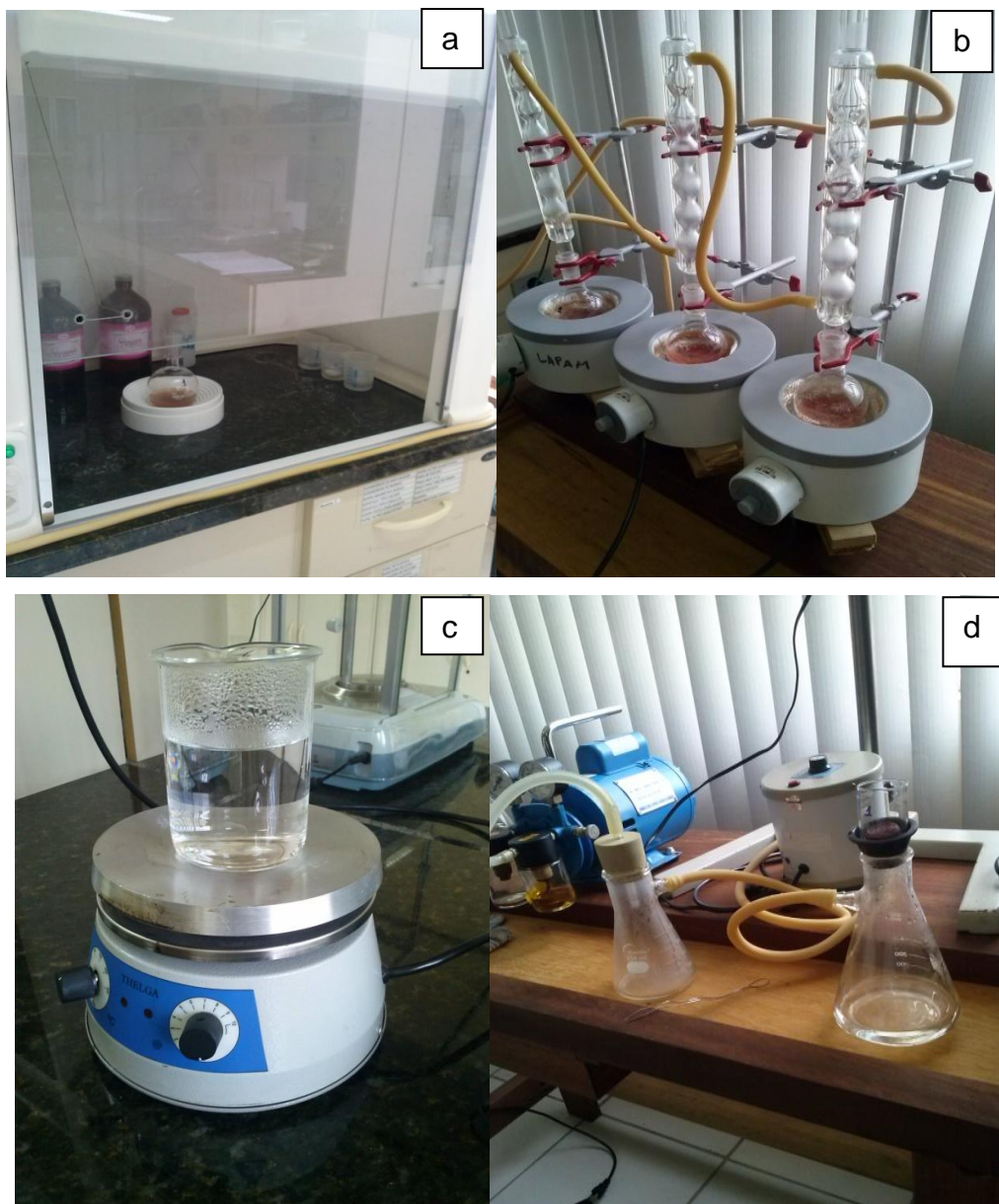


Figura 6 – a) adição de 5ml de ácido clorídrico e 10ml de formaldeído. b) balão de fundo chato sob refluxo por 30 minutos, c) aquecedor elétrico com água destilada quente; d) filtragem a vácuo com cadinho filtrante.

#### 4.7 Determinação dos teores de taninos - TT e não taninos - NT

Para a obtenção do percentual de tanino na casca multiplicou-se o número de *Stiasny* pelo teor de extrativos totais (%) (equação 3). A diferença entre teor de extrativo e tanino forneceu a percentagem de não taninos.

$$\text{Tanino} = \frac{\text{NS} \times \text{TE}}{100} \quad \text{Equação 3}$$

, onde:

Tanino = Tanino no extrato (%);

NS = Número de Stiasny (%);

TE = Teor de Extrativos (%);

#### 4.8 Determinação do valor pH

O pH dos extratos aquosos foram determinados por meio de pH-metro digital de bancada (Figura 14), à temperatura ambiente, sendo o valor registrado após quatro minutos de contato entre o eletrodo e o extrato.



Figura 7 – pH-metro digital de bancada.

#### 4.9 Análise estatística

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Após a realização das análises dos extratos, os valores referentes a cada variável resposta foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, foi empregado o

teste Tukey ao nível 5% de significância para comparação entre as médias das espécies avaliadas.

Para atendimento dos requisitos necessários a realização da ANOVA foi empregado o teste de Anderson-Darling, para avaliação da normalidade dos dados, e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett's.

O processamento estatístico dos dados foi realizado por meio do programa estatístico *Statgraphics Centurion* versão XV.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios observados para o teor de extrativos (T.E.), teores de taninos (T.T) e não taninos (N.T.), número de Stiasny (N.S.) e pH são apresentados nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6.

Tabela 2 – Valores médios para o teor de extrativos (T.E.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas

<b>Espécies</b>	<b>T.E. (%)</b>
<b>Acrocarpo</b>	14,79 <sup>d</sup>
<b>Cedro australiano</b>	15,94 <sup>e</sup>
<b>Cinamomo</b>	7,28 <sup>b</sup>
<b>Grevílea</b>	6,59 <sup>a</sup>
<b>Guapuruvu</b>	11,34 <sup>c</sup>

\* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Por meio da análise da Tabela 2 pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa para as diferentes cascas das essências florestais avaliadas (Apêndice A). Os resultados demonstram que os extratos aquosos das cascas de acrocarpo e cedro australiano apresentaram os teores de extrativos mais elevados quando comparado às demais espécies avaliadas. De acordo com Ferreira (2004), o rendimento em extrativos é um parâmetro inicial para a caracterização das substâncias encontradas na casca, pois, por meio deste pode-se definir se o tratamento utilizado (água a quente) terá uma produtividade mais efetiva de obtenção dos extrativos.

Carneiro (2006) observou teor de extrativo de 23,26 % para a espécie de Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), extraídas em água quente, sendo este valor superior as espécies analisadas neste estudo.

Entretanto, Teodoro (2008) encontrou valores inferiores (4,22%) aos encontrados nesta investigação, empregando processo de extração similar com cascas de *Eucalyptus pellita*.

Ferreira (2004) observou teores de extrativos variando de 4,09 a 13,82% para diferentes espécies de *Pinus* extraídas com água quente, sendo estes valores relativamente próximos com as cascas das espécies analisadas neste estudo.

Tabela 3 – Valores médios para o teor de tanino (T.T.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas

<b>Espécies</b>	<b>T.T. (%)</b>
<b>Acrocarpo</b>	9,18 <sup>d</sup>
<b>Cedro Australiano</b>	11,18 <sup>e</sup>
<b>Cinamomo</b>	2,64 <sup>b</sup>
<b>Grevílea</b>	2,06 <sup>a</sup>
<b>Guapuruvu</b>	2,91 <sup>c</sup>

\* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Com relação aos teores de taninos, as cascas das espécies acrocarpo e cedro australiano apresentaram rendimentos superiores as demais avaliadas, 9,18% e 11,18%, respectivamente, com diferença significativa (Apêndice B).

Comparando os resultados observados com o estudo desenvolvido por Camillo (1997), verifica-se que esses valores foram inferiores ao presente estudo. O referido autor avaliou a concentração dos taninos em povoamentos de acácia negra (*Acacia mearnsii*) com diferentes idades na Depressão Central no estado Rio Grande do Sul, observando teores de taninos que variaram de 14,11% a 17,09%.

Mori (1997) avaliando extratos aquosos da casca de *Eucalyptus grandis* observou rendimento em taninos em torno de 6,4%. Já em comparação com acácia-negra, o rendimento em taninos médio obtido neste trabalho foi numericamente inferior aos 15,5% obtidos por Camillo et al. (1998) e aos 14% encontrados por Pansera et al. (2003).

O rendimento em taninos obtido nesse estudo encontra-se dentro da faixa de variação de 2 e 40 % da massa seca da casca, proposta por Hergert (1962).

Tabela 4 – Valores médios para o teor de não tanino (N.T.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas

<b>Espécies</b>	<b>N.T. (%)</b>
<b>Acrocarpo</b>	5,62 <sup>b</sup>
<b>Cedro Australiano</b>	4,76 <sup>a</sup>
<b>Cinamomo</b>	4,64 <sup>a</sup>
<b>Grevílea</b>	4,53 <sup>a</sup>
<b>Guapuruvu</b>	8,43 <sup>c</sup>

\* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

De acordo com Ferreira (2004) os não taninos correspondem à fração de açúcares, gomas e resinas existentes nos extrativos da casca das essências

florestais, sendo de grande importância sua quantificação, pois por meio de sua quantificação pode-se avaliar a qualidade do adesivo a ser confeccionado.

Ficou evidenciado que os teores de não taninos dos extratos aquosos das cascas de cedro australiano, cinamomo e grevílea não se diferem estatisticamente entre si (Apêndice C), comportamento distinto do acrocarpo e guapuruvu.

Os valores encontrados para o rendimento em não tanino foram superiores aos encontrados por Ferreira et al. (2009) em extratos aquosos da casca de *Pinus oocarpa* encontraram valores de 2,10% e Teodoro (2008) na casca de *Eucalyptus pellita* encontrou valor de 2,58%.

Tabela 5 – Valores médios para o número de Stiasny (N.S.) dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas

<b>Espécies</b>	<b>N.S. (%)</b>
<b>Acrocarpo</b>	62,04 <sup>d</sup>
<b>Cedro Australiano</b>	70,13 <sup>e</sup>
<b>Cinamomo</b>	36,29 <sup>c</sup>
<b>Grevílea</b>	31,23 <sup>b</sup>
<b>Guapuruvu</b>	25,64 <sup>a</sup>

\* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Os resultados observados demonstraram que mesmo as espécies sendo extraídas com água quente foi apresentada uma diferença estatisticamente significativa (Apêndice D) na reatividade dos taninos, com valores médios variando de 25,64 a 70,13 %.

Ficou evidenciado que quanto maior o número de Stiasny, maior é a quantidade de taninos condensados reativos nos extratos, pois segundo Ferreira (2004) o Número de *Stiasny* (NS) representa a reatividade dos polifenóis (taninos condensados) existentes no extrato frente ao formaldeído em meio ácido (reação de *Stiasny*).

Os extratos das cascas de acrocarpo e cedro australiano foram os que apresentaram os taninos mais reativos frente ao formaldeído.

Andrade et. al. (2013) obteve resultados para o número de *Stiasny* em extratos aquosos de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) de 85,70%, avaliando a influência de diferentes povoamentos florestais na produtividade de tanino.



Tabela 6 – Valores médios para o valor pH dos extratos aquosos das cascas das espécies avaliadas

<b>Espécies</b>	<b>pH (%)</b>
<b>Acrocarpo</b>	4,33 <sup>a</sup>
<b>Cedro Australiano</b>	4,94 <sup>c</sup>
<b>Cinamomo</b>	5,09 <sup>d</sup>
<b>Grevílea</b>	4,29 <sup>a</sup>
<b>Guapuruvu</b>	4,63 <sup>b</sup>

\* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Os valores médios de pH observados no presente estudo se diferiram estatisticamente (Apêndice E), com exceção dos extratos das cascas de acrocarpo e grevilea apresentaram valores estatisticamente iguais. De modo geral, os extratos aquosos das espécies avaliadas neste estudo apresentaram pH ácido o que de acordo com Ferreira (2004) é de grande importância na reatividade dos taninos, pois somente em uma faixa ácida de pH sucede-se a reação de condensação do tanino com o formaldeído ocorrendo a polimerização do adesivo.

Tostes (2003) encontrou valores de pH inferiores à presente pesquisa, avaliando extratos aquosos da casca de *Eucalyptus pellita*, observando um valor médio de 3,98%.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas e resultados obtidos durante o desenvolvimento deste estudo é possível apresentar as seguintes conclusões:

- Considerando as propriedades dos extratos aquosos das espécies analisadas, as cascas de cedro australiano e acrocarpo podem ser utilizadas para a extração de taninos condensados;
- A casca do cedro australiano mostrou-se com potencial superior de extração dos taninos condensados quando comparado o rendimento em tanino das cascas nas demais espécies de folhosas;
- De modo geral, é possível obter-se elevados teores de taninos extraídos da casca do cedro australiano sem adição de outros agentes extratores. Entretanto, é necessária a produção dos adesivos e avaliação de suas propriedades físico-químicas, bem como a resistência da colagem.

## Referências

ABIPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. Disponível em: <[43a43P://www.abipa.org.br/meioambiente.php](http://www.abipa.org.br/meioambiente.php)> Acesso em 15/04/2014.

AFONSO, S. R. **Análise sócio-econômica da produção de não-madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG.** (Dissertação Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008, 107 p.

ALMEIDA, R. R. **Colagem de chapas de madeira aglomerada com adesivos à base de taninos da casca *Pinus oocarpa Schiede ex Schtdl.*** 2010. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2010.

ANDRADE, B. G.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; COELHO, D. J. S. Determinação do potencial tanífero em povoamentos de angico. **Ciência da Madeira** (Pelotas, Rio Grande do Sul), v. 4 n. 2, 2013.

ARCHANJO, A. B.; MARINS, A. K.; VIEIRA, D. F.; COSTA, A. V. ; QUEIROZ , V. T.; PORFÍRIO, , L. C.; PINHEIRO, P. F. Estudo fitoquímico de folhas e casca de cinamomo (*Melia azedarach* L.). In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2011, **Anais . . .** São José dos Campos: UNIVALE, 2011. p. 1-5.

BOBADILLA, E. A. **Durabilidad natural de madera de cinco espécies aptas para industria de construcción.** 118 f. (Maestria em Tecnologia de Madera, Celulosa y Papel) Universidad Nacional de Misiones, Misiones, 2004.

BOLETIM FLORESTAL. Cedro australiano: Valorização de espécies nobres. **Boletim Florestal:** Informativo Florestal do Norte Pioneiro. Ed. 7, Ano 2, Fevereiro de 2008 p. 2-4.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Setorial:** Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. Rio de Janeiro, n. 27, p. 121 – 156, março 2008.

CABEL, S. R. **Micropopagação do Cinamomo (*Melia azedarach* L.)** 96 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; SANTOS, E. M.; VIEGAS, J.; PEREIRA, J. C. Quantificação de tanino em três povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n. 37. Colombo, 1998, 81 – 88 p.

CAMILLO, S.B.A. **Influência dos fatores de sítio, espaçamento e idade na concentração e produção de tanino em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria 1997. 48 p. Tese de Mestrado.

CAMILLO, S. B. A.; SCHNEIDER, SILVA, P. R.; M. C. M. da; FRIZZO, S. M. B, FRIZZO. Determinação do ponto de amostragem para a obtenção da concentração média de tanino em acácia. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 109-113. 1998.

CARNEIRO, A. C. O. et al. Reatividade dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v.7, n.1, p. 1- 9, 2001.

CARNEIRO A.; BENEDITO B.; FREDERICO P.G.; CARVALHO A.M.; VIDAURRE G. **Propriedades de chapas de aglomerado fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e uréiaformadeído**. Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa

CARVALHO, A. G. **Avaliação de adesivos à base de taninos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e de acácia negra na fabricação de painéis**. 37 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. 2010.

CHINELATO, F. C. S.; **Variabilidade genética em progênies de guapuruvu** *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2012.

CIBP. **Árvores históricas na paisagem de Curitiba**. Centro de Ilustração Botânica do Paraná, Curitiba, 2005, 64 p.

DIX, B. MARUTZKY, R. Untersuchungen zur Gewinnung von Polyphenole aus Nadelholzrinden. **Holz als Roh- und Werkstoff, München**, V. 41, p.45-50, 1982.

EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. EMBRAPA DDT, 89p. 1986.

FERREIRA, D. A.; **Produtividade de minicepas de Cedro Australiano em minijardim multiclonal e influência da posição das miniestacas na qualidade das mudas**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

FERREIRA, E. S. **Utilização dos polifenóis da casca de pinus para produção de adesivos para compensados**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FERREIRA, S. **Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira para produção de artesanato**. Lavras: UFLA, 2003. Projeto de pesquisa apresentado como parte das exigências da Disciplina DCF 537 – Industrialização da Madeira II – do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras.

FERREIRA, E. S.; LELIS, R. C. C.; BRITO, E. O.; NASCIMENTO, A. M.; MAIA, J. L. S. Teores de taninos da casca de quatro espécies de pinus. **Floresta e Ambiente**, v.16, n.2, p.30- 39, 2009.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid contents in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, v. 54, p. 154 -156. 1991.

GURGEL, M. M. **Avaliação das propriedades de colagem de taninos de *Pinus oocarpa* e de suas misturas com taninos de acácia negra e uréia-formaldeído**. 2008. 29 f. Monografia (Título de Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

HASLAM, E. **Plant polyphenols**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 230 p.

HERBÁRIO FLORESTAL. 2012. Disponível em:  
<[http://w3.ufsm.br/herbarioflorestal/especie\\_detalhes.php?nome\\_filtrado=grevilha\\_gr evilea\\_robusta](http://w3.ufsm.br/herbarioflorestal/especie_detalhes.php?nome_filtrado=grevilha_gr evilea_robusta)>. Acesso em: 05 de Junho de 2014.

HERBÁRIO FLORESTAL. 2012. Disponível em:  
<[http://w3.ufsm.br/herbarioflorestal/especie\\_detalhes.php?nome\\_filtrado=cinamomo](http://w3.ufsm.br/herbarioflorestal/especie_detalhes.php?nome_filtrado=cinamomo)>. Acesso em: 05 de Junho de 2014.

HERGERT, H.L. Economic importance of flavonoid compounds; wood and bark. In: **The chemistry of flavonoid compounds**. New York: The Macmillan company, 1962, p. 553-595.

HIGA, A. R; PRADO, C. A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998, p. 57-60.

HILLIS, W. E. **Natural Polyphenols (Tannins) as a Basis for Adhesives**. Second Weyerhaeuser science Symp.: Phenolic Resins. Chemistry and Application, 171-187. 1981.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (1997) Disponível em:<[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/BT56.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/BT56.pdf) >Acesso em: 21/04/2014.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

JARDINEIRO.NET. 2011. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/plantas/guapuruvu-schizolobium-parahyba.html>>. Acesso em: 05 de Junho de 2014.

LABORATÓRIO DE MANEJO FLORESTAL. 2013. Disponível em :< <http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/11079-2/>>. Acesso em: 05 de Junho de 2014.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**, Rossdorf: TZ – Verl.- Ges. 343 p. 1990.

LEWIS, N. G.; YAMAMOTO, E. Tanins: their place in plant metabolism. In: HEMINGWAI, R. W.; KARCHESY, J. J. (Ed) **Chemistry and significance of condensed tanins**. New York: Plenum Press, 1989. P. 23 – 46.

LELIS, R. C. C. **Zur Bedeutung der Kerninhaltsstoffe obligatorisch verkernter Nadelbaumarten bei der Herstellung von feuchtebeständigen und biologisch resistenten Holzspanplatten, am Beispiel der Douglasie** (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco). 1995. 175f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Forstliche Fakultät, Universität Göttingen, Göttingen, Alemanha.

LELIS, R. C. C.; TOSTES, A. S.; BRITO, E. O. Aproveitamento do tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild) em resina sintética à base de Fenol- Formaldeído. In: VI CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS - FOREST 2000, Porto Seguro – BA, **Anais...** p. 389-390, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 368p.

LORENZI H, Souza HM, Torres MAV, Bacher LB. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. San Francisco: M. Freeman, 1977. 689 p.

MARTÍNEZ, P. E. *et al.* Cultivo intercalado de cedro rosado y su efecto sobre El contenido de matéria orgânica em suelo. **Revista UDO Agrícola**, v. 6, n. 1, p. 109-113, 2006.

MARRA, A. A. **Technology of Wood Bonding: principles and practice**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453p.

METCHE, M. **Tanins, nature et propriéts**, Groupe polyphénols. Nancy. v. 10, p. 11 – 32, 1980.

MORI, F. A.; MORI, C. L. S. O.; MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M.; MELO, V. M. Influência do sulfito e hidróxido de sódio na quantificação em taninos da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 10, n.1, p.86 – 92, jan./jul. 2003.

MORI, F. A. **Produção de adesivos para madeira com taninos da casca de *Eucalyptus grandis***.1997. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NEVES, M. R. Tendências dos mercados doméstico e internacional para produtos de base florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO. SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 10., 1998, Curitiba, PR. **Anais**. Curitiba, 1998. p. 21.

NIGOSKI, S, MUNIZ, G. I.B., KLOCK, U. Caracterização anatômica de *Grevillea robusta* A. Cunn. **Revista Ciência e Natura**, v. 20, p. 101-115, 1998.

OLIVEIRA, J. T. S. *et al.* Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Árvore**, v. 29, n. 5, p. 819-826, 2005.

PANSERA, M. R.; SANTOS. A. C. A.; PAES E, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M; ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F.; SERAFINI, L.A. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 17-22, 2003.

PAZ, V. 2003. Tanac exporta tanino certificado pela FDA para tratar água. Gazeta Mercantil C13.

PEÑA, C.; LARRAÑAGA, M. GABILONDO, N.; TEJADO, A.; ECHEVERRIA, J. M.; MONDRAGON, I. Syntesis and characterization of phenolic novolacs modified by chestnut and mimosa tannin extracts. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 100, p. 4412-4419, 2006

PIZZI, A. **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: Marcell Dekker, 1983. 364p.

PIZZI, A. **Advanced Wood Adhesives Technology**. New York; Marcell Decker, 1994, 289 p.

POLLNOW, R. K. **Painéis compensados de *Pinus taeda* produzidos com resina uréia-formaldeído e diferentes proporções de resina à base de tanino**. 2010. 53 f. Monografia (Título de Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PRADO, C. A. *et al.* Características físicas e químicas da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** n. 14. Colombo: Embrapa Florestas, 2003, 14p.

PRASETYA, B.; ROFFAEL, E. Neuartige charakterisierung von natürlichen Polyphenolen hinsichtlich ihrer Vernetzbarkeit. **Holz als Roh-Werkstoffe**. 49: 481-484, 1991

QUEIROZ, C. R. A. A; MORAIS, S. A. L; NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, Viçosa-MG. V.26, n.4, p.485- 492, 2002.



RAÍ, S. N. Pré-treatment of *Acrocarpus fraxinifolius* seeds. **Indian Forester**, v. 102, n. 8, p. 488-491, 1976.

ROFFAEL, E.; DIX, B. Tannine als Bindemittel für Holzwerkstoffe. **Holz-Zentralblatt** 120 (6): 90-93, 1994.

RODRIGUES, N. D.; **Extração de taninos da casaca de *Pinus oocarpa* e otimização de suas propriedades adesivas**. 65 f. Dissertação (**Mestre em Ciências**) – Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

SELLERS, T. Wood adhesive: inovations and applications in North América. **Forest Products Journal**. v.51, n. 6, p 12 – 22, 2001.

SILVA, B. C. **Avaliação da qualidade de compensados fabricados com adesivos à base de taninos de *Pinus oocarpa* e fenol-formaldeído**. 33 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. 2010.

SILVA, F. C. **Extração de taninos da casaca de *Pinus oocarpa* Var. *oocarpa* e avaliação de suas propriedades de colagem**. 30 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. 2009.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Plantas Medicinais**. Florianópolis: Epagri, 1997. CD-ROM.

SOUZA JUNIOR, L. **Tipo de minijardim clonal e efeito do ácido indolbutírico na miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. (*Proteaceae*)**. 66 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SOUZA, J. S. **Utilização de adesivos à base de taninos de *Acácia Negra* e *Eucalyptus pellita* para fabricação de painéis OSB**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2006.

STAMM, A. J.; **Wood and cellulose science**. New York. The Ronald Press Company. 1964.

TEODORO, A. S. **Utilização de adesivos à base de taninos na produção de**

**painéis de madeira aglomerada e OSB.** 91 f. Dissertação, (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

TORQUATO, L. P. **Caracterização dos painéis MDF comerciais produzidos no Brasil.** Curitiba, 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

TOSTES, A. S. **Tanino da casca de *Eucalyptus pellita* F. Muel como fonte de adesivos para colagem de chapas de madeira aglomeradas.** 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

TRIANOSKI, R.; **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada.** 260 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

TRUGUILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. **Cerne** (Lavras, Minas Gerais), v.3 n.1, 1997.

VIEIRA, M. C. **Colagem de painéis OSB com adesivos à base de taninos da casca de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schldl.** 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

VIVAN, M. P.; **Uso do cinamomo (*Melia azedarach*) como alternativa aos agroquímicos no controle do carrapato bovino (*Boophilus microplus*).** 72 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) Universidade Federal de Santa Catarina, 2005

ZIECH, R. Q. S. **Características tecnológicas da madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) produzida no sul do Estado de Minas Gerais.** 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ZILLER, S.R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica.** Curitiba, PR. Universidade Federal do Paraná, 2000, 115 f. (Tese de Doutorado em Ciências Florestais).

WEISSMANN, G. Untersuchung der Rindenextrakt von Lärchen. **Holzforschung und Holzverwertung**, v. 37, n.4, p. 67-71, 1985.

WISSING, A. The utilization of bark II: Investigation of the stiasny-reaction for the precipitation of polyphenols in Pine bark extractives. **Svensk Papperstidning**, V.58, n. 20, p. 745-750, 1955.

## Apêndices

APÊNDICE A – Tabela ANOVA para Teor de Extrativos por espécie

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Df	Quadrado médio	F	P
Entre grupos	216,174	4	54,0436	1478,3	0
Dentro dos grupos	0,365424	10	0,0365424		
Total (corr.)	216,54	14			

APÊNDICE B – Tabela ANOVA para Teor de Taninos por espécie

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Df	Quadrado médio	F	P
Entre grupos	217,362	4	54,3406	5952,13	0
Dentro dos grupos	0,091296	10	0,0091296		
Total (corr.)	217,454	14			

APÊNDICE C – Tabela ANOVA para Teor de Não-Taninos por espécie

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Df	Quadrado médio	F	P
Entre grupos	32,3968	4	8,09921	340,43	0
Dentro dos grupos	0,237912	10	0,0237912		
Total (corr.)	32,6348	14			

APÊNDICE D – Tabela ANOVA para Número de Stiasny por espécie

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Df	Quadrado médio	F	P
Entre grupos	4685,88	4	1171,47	1741,26	0
Dentro dos grupos	6,72771	10	0,672771		
Total (corr.)	4692,61	14			

APÊNDICE E – Tabela ANOVA para pH por espécie

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Df	Quadrado médio	F	P
Entre grupos	1,53937	4	0,384843	1012,75	0
Dentro dos grupos	0,0038	10	0,00038		
Total (corr.)	1,54317	14			

APÊNDICE F – Teste de Tukey para Teores de Extrativos

Espécies	Amostras	Média	Grupos Homogêneos
Grevílea	3	6,586	a
Cinamomo	3	7,282	b
Guapuruvu	3	11,342	c
Acrocarpus	3	14,796	d
Cedro	3	15,94	e

## APÊNDICE G – Teste de Tukey para Teores de Taninos

<b>Espécies</b>	<b>Amostras</b>	<b>Média</b>	<b>Grupos Homogêneos</b>
<b>Grevílea</b>	3	2,057	a
<b>Cinamomo</b>	3	2,643	b
<b>Guapuruvu</b>	3	2,909	c
<b>Acrocarpus</b>	3	9,178	d
<b>Cedro</b>	3	11,178	e

## APÊNDICE H – Teste de Tukey para Teores de Não-Taninos

<b>Espécies</b>	<b>Amostras</b>	<b>Média</b>	<b>Grupos Homogêneos</b>
<b>Grevílea</b>	3	4,529	a
<b>Cinamomo</b>	3	4,639	a
<b>Guapuruvu</b>	3	8,433	c
<b>Acrocarpus</b>	3	5,618	b
<b>Cedro</b>	3	4,762	a

## APÊNDICE I – Teste de Tukey para Número de Stiasny

<b>Espécies</b>	<b>Amostras</b>	<b>Média</b>	<b>Grupos Homogêneos</b>
<b>Grevílea</b>	3	31,2281	b
<b>Cinamomo</b>	3	36,2951	c
<b>Guapuruvu</b>	3	25,6472	a
<b>Acrocarpus</b>	3	62,0355	d
<b>Cedro</b>	3	70,1358	e

## APÊNDICE J – Teste de Tukey para Número pH

<b>Espécies</b>	<b>Amostras</b>	<b>Média</b>	<b>Grupos Homogêneos</b>
<b>Grevílea</b>	3	4,29333	a
<b>Cinamomo</b>	3	5,09667	d
<b>Guapuruvu</b>	3	4,63333	b
<b>Acrocarpus</b>	3	4,33	a
<b>Cedro</b>	3	4,94	c