



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

ANA CRISTINA ALMEIDA DOS SANTOS

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* W.
HILL EX MAIDEN TRATADA TERMICAMENTE**

Prof.^a. Dr.^a. NATÁLIA DIAS DE SOUZA
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

ANA CRISTINA ALMEIDA DOS SANTOS

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* W.
HILL EX MAIDEN TRATADA TERMICAMENTE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof^a. Dr^a. NATÁLIA DIAS DE SOUZA
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* W.
HILL EX MAIDEN TRATADA TERMICAMENTE**

ANA CRISTINA ALMEIDA DOS SANTOS

Monografia aprovada em 30 de novembro de 2018.

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Natália Dias de Souza – UFRRJ
Orientadora

Me. Danielle Affonso Sampaio – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Azarias Machado de Andrade – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha mãe,
Cristina, e a Deus.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado, nos momentos mais difíceis, mesmo sem vê-lo, sei que Ele está sempre por perto, pronto pra ajudar.

À minha mãe, Cristina, que mesmo não estando mais aqui entre nós é a minha guia, através de seus ensinamentos que caminho a cada dia trilhando um caminho de vitórias e conquista, é por ela que estou aqui!

Aos meus familiares, Priscila, Daniel, Murilo que são além de família amigos, pessoas que sei que posso contar que me fazem sentir segura a cada dia, são minha força, me incentivam a sempre seguir em frente.

Aos meus amigos, Deborah Evelyn, Mateus Cerqueira, Ruy Cassiano, Bernardo Larsen, pelos momentos de distração, divertimento, por serem sempre amigos para todos os momentos. Sempre prontos a aconselhar, partilhar momentos e histórias.

À minha orientadora, Natália Dias, pela oportunidade, paciência, por sempre mostrar um jeito doce e único de lidar com os alunos, fazendo com que me sentisse a vontade nesse momento tão desgastante da graduação.

À Nathalia Macedo, por me ajudar na escolha da minha monografia, auxílio de sua execução e sempre se mostrar disposta a esclarecer todas às dúvidas.

Aos amigos de Laboratório, Ana Carolina Lindolfo, Gabriela, Alfredo e agregado José Patrício, por me auxiliarem nos experimentos e fazer com que esses momentos fossem sempre divertidos.

Ao técnico de laboratório, José Carlos, por sempre se mostrar prestativo, atencioso, sendo de grande ajuda na construção desse trabalho.

À Prof.^a Eliane que me concedeu a primeira oportunidade na graduação e colaborou com meu crescimento e amadurecimento.

Ao Chong Baby meu companheiro inseparável que sempre preenche os vazios e passa conforto e calma nos momentos de tensão.

RESUMO

O *Eucalyptus grandis* é uma espécie exótica e que no Brasil o plantio de *Eucalyptus* ocupa posição de destaque sendo a maior área de floresta plantada. A madeira da espécie em questão por ser versátil é indicada para usos múltiplos. Possui cor clara, podendo-se utilizar o processo de termorreificação para torna-la mais escura semelhante às madeiras nativas, aumentando sua aceitação no mercado. Esse procedimento irá promover a volatilização e degradação térmica de certos componentes da madeira, destacando os extrativos (taninos, flavonóides, terpenos, etc). Diante disso este trabalho teve como objetivo realizar a prospecção fitoquímica na madeira tratada e não tratada de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden visando compreender a dinâmica dos extrativos em relação ao tratamento térmico. Para análises utilizou-se a madeira moída tratada e não tratada das regiões interna e externa, preparando os extrativos a partir delas. A abordagem fitoquímica foi realizada a partir da madeira bruta, do extrato hidrofílico e do extrato lipofílico da madeira. As avaliações realizadas com a madeira obtiveram resultados positivos para alcalóides, taninos, flavonoides, xantonas, leucoantocianidinas, triterpenóides e saponinas. Cabe destacar que apenas no cerne pode-se verificar a presença de flavanonóis, flavanonas e saponinas por possuir mais extrativos. Certas classes de extrativos da madeira sofrem influência com o tratamento térmico, sendo elas os taninos, leucoantocianidinas, triterpenóides e saponinas. Pode-se assim verificar que as classes dos flavonóides, xantonas e alcaloides são as mais resistentes ao tratamento térmico. A prospecção fitoquímica permitiu a identificação de classes de classes de extrativos que são mais resistentes ao tratamento térmico.

Palavras-chave: termorreificação, extrato hidrofílico, extrato lipofílico.

ABSTRACT

Eucalyptus grandis is an exotic species and in Brazil the *Eucalyptus* planting occupies a prominent position and is the largest area of planted forest. The wood of the species in question for being versatile is indicated for multiple uses. It has a light color and can be used to heat it to make it darker, similar to native wood, increasing its acceptance in the market. This procedure will promote the volatilization and thermal degradation of certain components of the wood, highlighting extractives (tannins, flavonoids, terpenes, etc.). The aim of this work was to carry out the phytochemical prospecting on treated and untreated *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden wood in order to understand the dynamics of the extractives in relation to the heat treatment. Paras analyzes were the treated and untreated ground wood from the internal and external regions, preparing the extractives from them. The phytochemical approach was carried out from the crude wood, the hydrophilic extract and the lipophilic extract of the wood. Evaluations with wood obtained positive results for alkaloids, tannins, flavonoids, xanthones, leucoanthocyanidins, triterpenoids and saponins. It is noteworthy that only in the core can be verified the presence of flavanonols, flavanones and saponins for possessing more extractives. Some classes of wood extractors are influenced by the heat treatment, being tannins, leucoanthocyanidins, triterpenoids and saponins. It can be verified that the classes of flavonoids, xanthones and alkaloids are the most resistant to heat treatment. Phytochemical prospecting allowed the identification of classes of extractive classes that are more resistant to heat treatment.

Keywords: thermoregulation, hydrophilic extract, lipophilic extract

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 2.1 Família Myrtaceae | 2 |
| 2.2 Genêro <i>Eucalyptus</i> | 2 |
| 2.2.1 <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden | 3 |
| 2.3 Termorreificação | 4 |
| 2.4 Madeira | 5 |
| 2.4.1 Celulose | 5 |
| 2.4.2 Hemiceluloses | 6 |
| 2.4.3 Lignina | 6 |
| 2.4.4 Extrativos | 7 |
| 2.4.4.1 Fenóis | 7 |
| 2.4.4.2 Flavonóides | 8 |
| 2.4.4.3 Taninos | 9 |
| 2.4.4.4 Alcalóides | 10 |
| 2.4.4.5 Heterosídeos cianogênicos | 10 |
| 2.4.4.6 Terpenos | 11 |
| 2.4.4.7 Saponinas | 11 |
| 2.4.4.8 Quinonas | 12 |
| 2.4.4.9 Esteróides | 12 |
| 2.4.4.10 Cumarinas | 13 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3.1 Coleta do material | 13 |
| 3.2 Análise química | 14 |
| 3.2.1 Preparação dos extrativos da madeira | 14 |
| 3.3 Abordagem fitoquímica | 14 |
| 3.3.1 Testes com o extrato hidrofílico | 14 |
| 3.3.1.1 Teste para fenóis e taninos | 14 |
| 3.3.1.2 Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonóides | 14 |
| 3.3.1.3 Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas | 15 |
| 3.3.1.4 Teste para flavonóis, flavanonas e xantonas | 15 |
| 3.3.1.5 Teste para esteróides e triterpenoides | 15 |
| 3.3.1.6 Teste para saponinas | 16 |
| 3.3.1.7 Teste para resinas | 16 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.3.1.8 | Teste para alcalóides..... | 16 |
| 3.3.2 | Testes com o extrato lipofílico | 16 |
| 3.3.2.1 | Separação das bases orgânicas | 16 |
| 3.3.1.2 | Teste para alcalóides..... | 16 |
| 3.3.2.5 | Teste para constituintes fenólicos | 17 |
| 3.3.2.7 | Teste para antraquinonas..... | 17 |
| 3.3.3 | Testes com a madeira..... | 17 |
| 3.3.3.1 | Teste para Heterosídeos cianogênicos | 17 |
| 3.3.3.2 | Teste para Alcalóides | 17 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 17 |
| 4.1 | Prospecção fitoquímica da madeira de <i>E.grandis</i> | 17 |
| 4.1.1 | Teste com a madeira bruta..... | 17 |
| 4.1.2 | Teste hidrofílico..... | 18 |
| 4.2 | Prospecção fitoquímica da madeira de <i>E.grandis</i> tratada termicamente | 24 |
| 4.2.1 | Teste com a madeira bruta..... | 24 |
| 4.2.2 | Teste hidrofílico..... | 25 |
| 5. | CONCLUSÕES..... | 26 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Reações do extrato para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis. | 15 |
| Tabela 2. Reações do extrato para identificação de leucoantocianidinas, catequinas, e flavonas | 15 |
| Tabela 3. Classes metabólicas presentes nos testes realizados com a madeira, extrato hidrofílico e extrato lipofílico da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> | 19 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Eucalyptus grandis. (A) Folhas e inflorescência. (B) Frutos. (C) Casca e superfície do tronco. (D)..... | 4 |
| Figura 2. Formação da cadeia de celulose pela união de unidades de β -D-glicose..... | 5 |
| Figura 3. Componentes monoméricos das hemiceluloses..... | 6 |
| Figura 4. Percusores primários das ligninas..... | 7 |
| Figura 5. Ácido gálico, exemplo de composto fenólico..... | 8 |
| Figura 6. Representação da quercetina, pigmento encontrado nos vegetais..... | 9 |
| Figura 7. Estrutura de taninos hidrolisáveis..... | 9 |
| Figura 8. Estrutura de taninos condensado..... | 10 |
| Figura 9. Exemplo de uma estrutura de alcalóide..... | 10 |
| Figura 10. Exemplo de uma estrutura de terpeno..... | 11 |
| Figura 11. Estrutura de saponina triterpênica..... | 12 |
| Figura 12. Exemplo da estrutura de uma quinona..... | 12 |
| Figura 13. Exemplo da estrutura de um esteróide..... | 13 |
| Figura 14. Estrutura química da cumarina..... | 13 |
| Figura 15. Resultados positivos para alcalóides..... | 18 |
| Figura 16. Precipitado de coloração azul evidenciando a presença de taninos..... | 20 |
| Figura 17. Resultado positivo para leucoantocianidinas..... | 20 |
| Figura 18. Resultado positivo para flavonóis, flavanonas, flavanonois e xantonas..... | 21 |
| Figura 19. Resultados positivos para alcalóides. (1)Interna; (2) Externa..... | 22 |
| Figura 20. Teste positivo para triterpenóides..... | 22 |
| Figura 21. Resultado positivo para flavanonóis (tudo de ensaio 3). | 23 |
| Figura 22. Resultado positivo para flavanonas... .. | 23 |
| Figura 23. Resultados positivos para saponinas..... | 24 |
| Figura 24. Teste positivos para alcalóides..... | 25 |
| Figura 25. Teste positivos para flavonas, flavanonóis e xantonas. | 25 |
| Figura 26. Visão geral do comportamento dos extrativos após o tratamento térmico..... | 26 |

1. INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae é constituída por cerca de 3.000 (KAWASAKI; HOLST, 2004) a 5.800 espécies (LUGHADHA; SNOW, 2000), possui em torno de 100 gêneros (LANDRUM; KAWASAKI, 1997; KAWASAKI; HOLST, 2004). Considerada uma família pantropical (WILSON et al., 2005), apresenta ampla distribuição pelo globo terrestre.

Segundo Pryor (1976), o gênero *Eucalyptus*, pertencente à família Myrtaceae possui mais de 600 espécies e subespécies. Muitas delas foram introduzidas no Brasil originárias da Austrália, Indonésia e ilhas adjacentes.

No Brasil as florestas plantadas estão em contínuo processo de expansão e a área plantada de *Eucalyptus* já totaliza 4.754.334 ha. Os principais usos desses plantios são para: papel e celulose, siderurgia e painéis de madeira industrializados. A crescente demanda por produtos e energias renováveis e, com a mudança do modelo global de desenvolvimento, cada vez mais fundamentada no conceito de sustentabilidade, vem colaborando com esse cenário de expansão, pois buscam diminuir a pressão sobre as florestas nativas (ABRAF, 2012).

Dentre as espécies do gênero *Eucalyptus*, o *Eucalyptus grandis* se destaca como uma das principais fontes de matéria-prima para a produção de papel e celulose, como madeira para serraria e também para produção de mel (ROCHA, et al., 2005).

A madeira de *Eucalyptus* possui cor clara e, para torná-la parecida com as madeiras de nativas, que apresentam cores mais escuras, pode-se usar o processo de termorretificação, que agrega valor ao material e amplia o seu uso. Nos EUA e na Europa esse procedimento vem ganhando força em virtude do seu caráter pouco poluente. Mas no Brasil, ainda é pouco expressivo (ZANUNCIO et al., 2014).

A termorretificação consiste em um processo de modificação de peças de madeira aplicando-se calor até temperaturas elevadas, podendo variar entre 180° e 260°C; abaixo de 140°C as modificações são irrelevantes e, acima de 260°C, o tratamento passa a comprometer a integridade das amostras (HILL, 2006). Esse processo proporciona uma maior estabilidade dimensional à madeira, menor umidade de equilíbrio e menores contrações e inchamentos, independente do tipo de lenho (normal x compressão) (POUBEL, et al., 2013), além de mudanças químicas, como a volatilização de extrativos naturais (ESTEVES et al., 2011).

Os extrativos são substâncias de baixo peso molecular encontrados na madeira, facilmente solúveis em solventes orgânicos neutros ou água. São chamados de materiais acidentais ou estranhos à madeira, esses materiais são substâncias consideradas como não integrantes da parte estrutural da parede celular ou lamela média (KLOCK et al., 2005).

Os extrativos são frequentemente responsáveis por determinadas características da madeira como: cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. Sua composição e quantidade relativa dependem de diversos fatores, como espécie, idade e região de procedência, etc. Compõem aproximadamente 3 – 10% da madeira seca. Embora esses componentes contribuam somente com uma pequena porcentagem da massa da madeira, podem apresentar uma grande influência nas propriedades e na qualidade das madeiras (KLOCK et al., 2005).

Os estudos fitoquímicos compreendem etapas do isolamento e da identificação dos constituintes majoritários mais importantes das plantas, principalmente de substâncias originárias do metabolismo secundário (CARVALHO, 2009).

A pesquisa sobre extrativos da madeira tem tido sua motivação na descoberta e na caracterização de novas estruturas químicas, classificação taxonômica de espécies, processos

de crescimento da árvore, obtenção de novos produtos e subprodutos de valor comercial e a determinação dos problemas relacionados a alguns usos da madeira (KLOCK, et al. 2005).

Esse trabalho teve como objetivo realizar a prospecção fitoquímica da madeira tratada e não tratada de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, visando compreender a dinâmica dos extrativos em relação ao tratamento térmico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Família Myrtaceae

A família Myrtaceae pertence à ordem Myrtales ou Mytiflorae (SOBRAL, 2003) é composta por aproximadamente 3.000 (KAWASAKI & HOLST, 2004) a 5.800 espécies (LUGHADHA & SNOW, 2000) de 100 gêneros (LANDRUM & KAWASAKI, 1997; KAWASAKI & HOLST, 2004). É considerada pantropical, com dois grandes centros de dispersão, nas Américas e na Austrália, embora ocorra em todos os continentes (JOLY, 1998).

Possuem habito arbóreo ou arbustivo lenhoso, folhas inteiras, penínérveas, disposição alterna ou oposta, de margens inteiras e coloração sempre verde, com estípulas muito pequenas e pontos translúcidos (glândulas secretoras) (JOLY, 1998; SOUZA; LORENZI, 2005).

Os gêneros que mais se destacam dentro da família são: *Eucalyptus*; *Melaleuca*; *Eugenia* e *Psidium*. Os citados gêneros são cultivados no Brasil por apresentarem várias finalidades, tais como: frutos comestíveis, fonte de madeira e lenha, conterem óleos essenciais e pela aparência de algumas espécies, são utilizadas como ornamentais (SIANI et al., 2000).

Em relação à composição fitoquímica, na família encontra-se grande quantidade de taninos, enquanto os alcalóides e glicosídeos, com raras exceções, são pouco conhecidos (FONT QUER, 1988).

2.2 Gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* possui mais de 600 espécies, em sua maior parte nativas do continente australiano (BROOKER, 2006). Foi descrito primeiramente por Charles Louis L'Héritier de Brutalle, em 1788. O nome é derivado de duas palavras gregas: Eu (bem) e Kalypto (cobrir), que referia ao formato globular arredondado dos frutos destas árvores, onde o opérculo cobre as sementes até que estejam totalmente desenvolvidas (FABROWSKI, 2002).

A introdução do gênero no Brasil se deu em 1865, tendo início com a espécie *Eucalyptus globulus* Labillardiere, para a produção de óleos essenciais extraídos de suas folhas (GUENTHER, 1977b; COSTA 1986).

De acordo com Eldrigue (1994), a expansão industrial, em meados dos anos 60, fez o Brasil se tornar o maior produtor de *Eucalyptus* do mundo, chegando próximo aos três milhões de hectares. Esses plantios eram direcionados, principalmente, para a produção de: celulose (papel), madeira (construção e combustível), taninos (curtimento de couro), óleos essenciais (indústria farmacêutica) e mel.

No país o cultivo comercial dessas espécies arbóreas tem significativo destaque na economia, por seus usos múltiplos e sua considerável área de florestas introduzidas no território nacional (COSTA, 1996).

Segundo Haselein et al (2004), o *Eucalyptus grandis* se destaca dentre as espécies do gênero, como uma das espécies com maior plantio no Brasil e no mundo, possuidora de madeira mais versátil e indicada para usos múltiplos.

2.2.1 *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

Segundo o IPEF, essa espécie ocorre naturalmente na Austrália, sua madeira é considerada leve e de fácil trabalhabilidade. Utilizada intensivamente na Austrália e na República Sul Africana, como madeira de construção, quando oriundas de plantações de ciclo longo. Madeiras de ciclos curtos são destinadas para a caixotaria. As árvores com rápido crescimento apresentam problemas de empenamento, contrações e rachaduras durante o desdobro. As plantações manejadas de forma eficiente podem produzir madeiras excelentes para serraria e laminação. No Estado de São Paulo é a principal fonte de matéria prima para papel e celulose.

É uma árvore perenifólia, de 20-40 m, com tronco retilíneo, casca pulverulenta, que desprende-se em tiras longas, deixando à mostra uma superfície lisa de cor acinzentada, esverdeada ou salmão. Possuem folhas opostas quando juvenis, depois adultas, alternas lanceoladas, falcadas, verde escuras, brilhantes quando adultas. Inflorescência do tipo umbelas axilares, com flores brancas. Fruto do tipo cápsula piriforme, em geral verdes-azulados, deiscentes (LORENZI et al, 2003)(Figura 1).

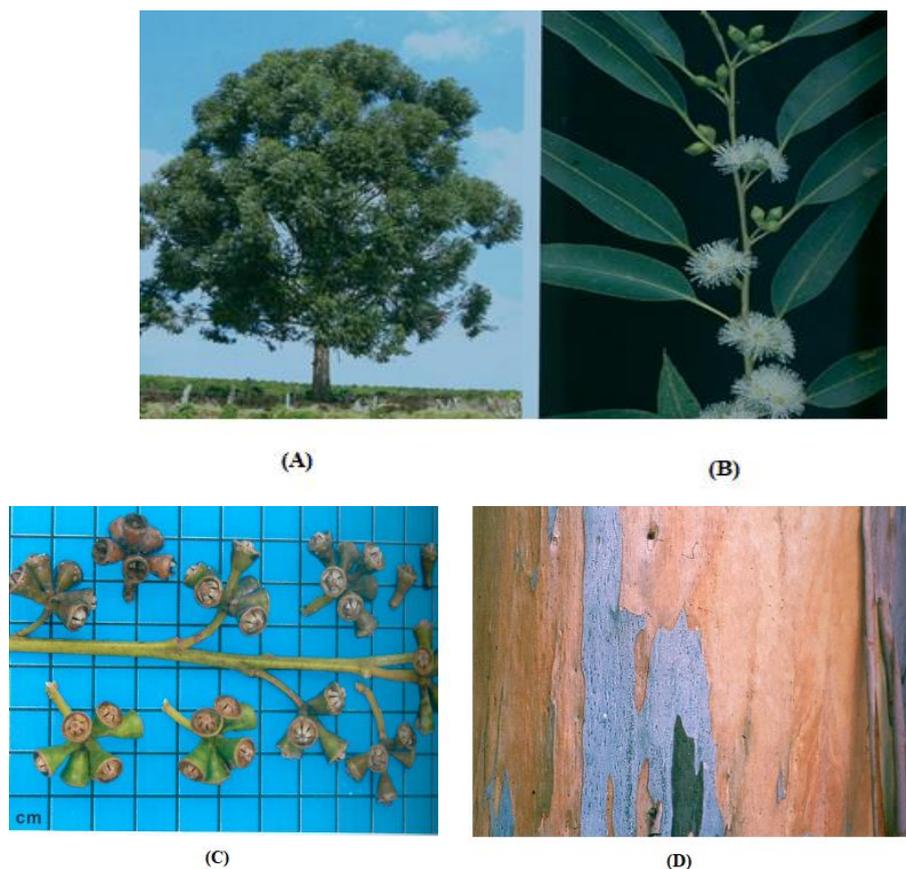


Figura 1. *Eucalyptus grandis* (A); Folhas e inflorescência (B); Frutos (C); e, Casca e superfície do tronco (D).

Fonte: LORENZI (2003).

Para Rocha (2000), o *E. grandis* é bem adaptado em todas as regiões do Brasil, possuindo grande potencial silvicultural e plantios de larga escala. Destacam-se também, como fornecedor de madeira boa para a produção de serrados e por possuir boa forma, com toras adequadas para esse fim e, ainda, possuindo massa específica ideal para produção de móveis.

2.3 Termorretificação

Segundo Borges & Quirino (2004), a termorretificação é definida como resultante de uma pirólise controlada, interrompida antes de atingir o patamar das reações exotérmicas, que se iniciam em temperatura de aproximadamente 280°C, responsáveis pela combustão da madeira.

Segundo Przybysz (2013), esse processo irá promover a volatilização e degradação térmica de certos componentes da madeira, se destacando os extrativos e hemiceluloses, promovendo a indisponibilidade desses componentes.

O escurecimento da madeira proporcionado pelo tratamento térmico pode agregar valor à madeira. E também é considerado benéfico, pois outros métodos de coloração da

madeira, por exemplo, tintas, emitem tolueno e xileno, nocivos à saúde humana e ao ambiente (KORKUT et al., 2012).

De acordo com Zanuncio (2014), no tratamento térmico a 170°C é observado a redução do teor de extrativos e, entre 200 e 230°C, esse teor irá aumentar. A partir de 200°C o teor de lignina solúvel será alterado, e ocorrerá o aumento do teor de lignina insolúvel e total. Em relação à holocelulose, é observado a sua redução.

2.4 Madeira

A madeira consiste em um material heterogêneo e natural que possui diferentes tipos de células que são destinadas a realizarem funções específicas na árvore (BODIG; JAYNE, 1993). É higroscópica, ou seja, capaz de absorver ou perder água para o ambiente (BORGES; QUIRINO, 2004).

No âmbito químico, pode-se definir a madeira como um bipolímero tridimensional, constituído por celulose, hemiceluloses, lignina e, em menor quantidade, os extrativos e materiais inorgânicos (ROWELL et al, 2005).

Segundo Klock et al (2005), a madeira é um material extremamente complexo, poroso e com características diferentes nos seus três sentidos de crescimento.

2.4.1 Celulose

Na madeira a celulose é um componente majoritário, totalizando metade de sua estrutura. É um polímero linear de alto peso molecular, constituído exclusivamente de β -D-glucose (KLOCK et al., 2005). A celulose é o principal componente da parede celular da fibra, são arranjadas de forma compacta formando regiões cristalinas em uma estrutura linear, constituída por apenas um tipo de unidade de açúcar (PENEDO, 1980). Conforme Moraes et al. (2005), a constituição da celulose se dá por unidades de β -D-anidroglicopiranosose unidas por ligações do tipo(1-4) e possui em sua estrutura partes amorfas, carbonos 2,4,6 e cristalinas, carbonos 1, 3,5.

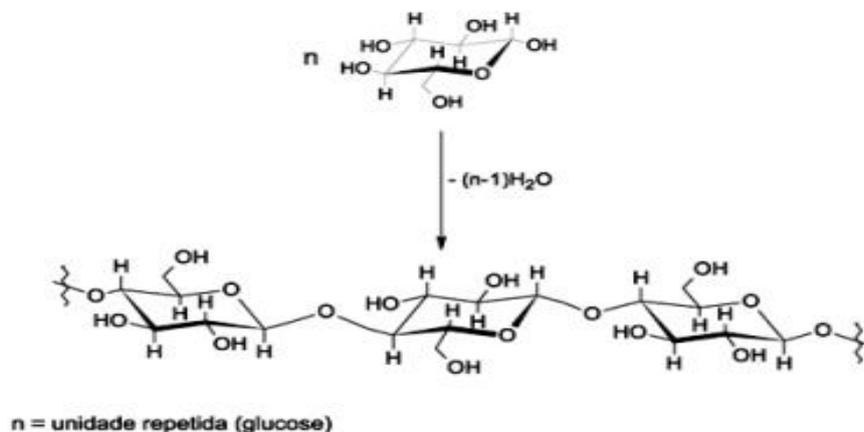


Figura 2. Formação da cadeia de celulose pela união de unidades β -D-glucose.

Fonte: MORAES et al. (2005)

2.4.2 Hemiceluloses

As hemiceluloses equivalem entre 15 a 35% da composição da parede celular, correspondendo ao segundo tipo de polissacarídeos com maior importância (PALMA,1993). São constituídas, principalmente, por cinco açúcares neutros, as hexoses: glucoses, manose e galactose; e as pentoses: xilose e arabinose (Figura 3). Suas cadeias moleculares são muito mais curtas que as da celulose, podendo existir grupos laterais e ramificações em alguns casos. Possuem forte associação com a celulose na parede celular. (KLOCK et al., 2005).

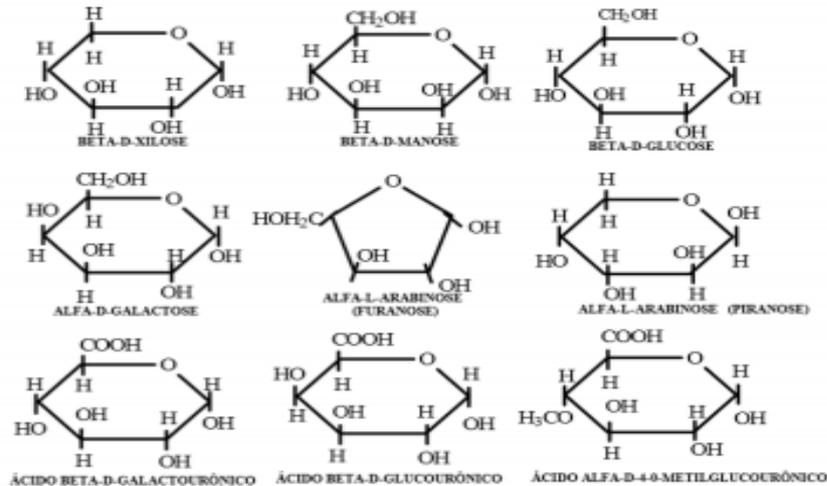


Figura 3. Componentes monoméricos das hemiceluloses

Fonte: Pastore (2004)

As hemiceluloses se diferem da celulose apenas por apresentarem várias unidades de açúcares diferentes de cinco ou seis átomos de carbono (SANTOS et al, 2001).

Em resumo, as hemiceluloses correspondem a uma classe de componentes poliméricos presentes em vegetais fibrosos, em que cada componente possui propriedades peculiares. Dependendo da espécie, como a celulose e a lignina, o teor e a proporção dos diferentes componentes encontrados nas hemiceluloses irão apresentar variações (PHILIPP, 1988).

2.4.3 Lignina

A lignina é a macromolécula mais abundante existente na biosfera depois da celulose. Ela é definida como uma substância hidrofóbica, com estrutura tridimensional e amorfa, muito ramificada (SILVA, 2011).

São moléculas altamente complexas, cujo polímero é formado essencialmente por unidades aromáticas de fenilpropano, que é considerada uma substância incrustante (ROWELL et al., 2005).

Segundo Klock et al (2005), a lignina ocorre na maioria das plantas mas sua composição se difere em cada uma delas. Sua origem se dá a partir da polimerização iniciada por enzimas dos seguintes precursores primários: álcool trans-coniferílico, álcool trans-sinapílico e álcool para-trans-cumárico (Figura 4).

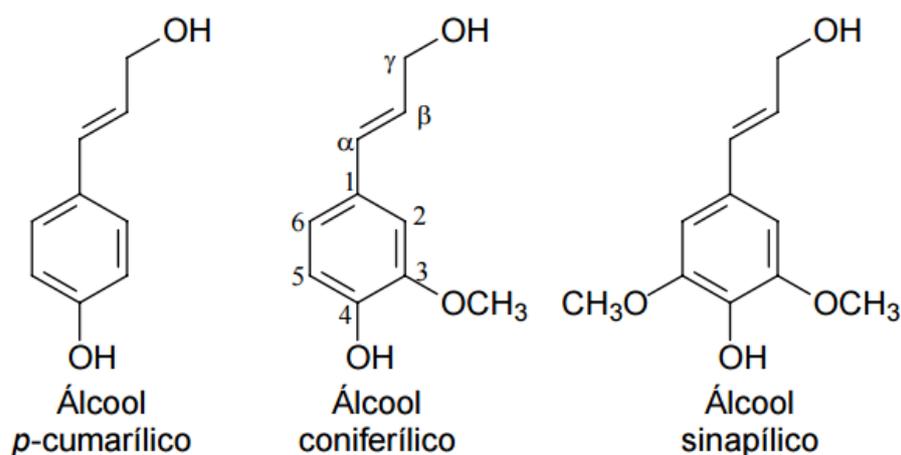


Figura 4. Percursos primários das ligninas

Fonte: Silva (2006)

A estrutura tridimensional da lignina irá conferir à parede celular rigidez e resistência às forças de compressão, gerando uma estrutura resistente ao impacto, compressão e quebra. A lignina também irá agir como agente permanente de ligação entre células e, pela ação impermeabilizante que proporciona às paredes das células dos tecidos condutores do xilema, a lignina tem atuação importante no transporte interno de água, nutrientes e metabólitos. (PHILIPP,1988).

2.4.4 Extrativos

Os extrativos são compostos químicos presentes na parede celular, em sua maioria formados a partir de graxas, ácidos graxos, fenóis, terpenos, esteróides, resinas ácidas, resinas, ceras, e outros tipos de compostos orgânicos. Eles existem na forma de monômeros, dímeros e polímeros. Em maior parte os extrativos estão localizados na árvore na região do cerne (sem levar em consideração a casca), alguns são responsáveis pela cor, odor e durabilidade da madeira (ROWELL et al, 2005).

São resultados de modificações sofridas pelos carboidratos no processo fisiológico da árvore. Os locais de formação e destino para o local definitivo na madeira dependem da função do extrativo (KLOCK et al., 2005).

Estão localizados nas células parenquimáticas, nos canais secretores, na lamela média, nos espaços intermoleculares e na parede celular, não fazendo parte dos componentes estruturais da parede da célula. Sendo assim, podem ser removidos da madeira através de solventes, sem afetar as propriedades mecânicas da madeira (FENGEL; WEGENER, 1989).

2.4.4.1 Fenóis

Fenol é definido como um composto sólido de cor branca e aspecto cristalino, com a fórmula molecular C_6H_5OH (TENG et al., 2000). Esse grupo tem por característica principal a presença de um grupo hidroxila ligado diretamente a um anel benzênico. Sendo assim, a

hidroxila faz com que o fenol se assemelhe a um álcool, sendo capaz de formar ligações fortes de hidrogênio. Estas ligações colaboram para que o fenol tenha altos pontos de ebulição, em comparação a hidrocarbonetos de mesma fórmula molecular (SOLOMONS; FRYHLE, 2009).

Os compostos fenólicos são do tipo ROH, onde R é um grupo benzênico (Figura 6) (SILVA, 2011).

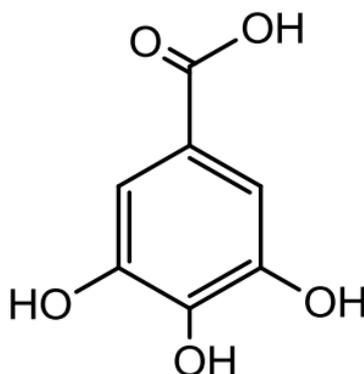


Figura 5. Ácido gálico, exemplo de composto fenólico

Fonte: Pastore (2004)

Dentre seus diversos usos, destaca-se a aplicação na agricultura, onde é utilizado como biocida e na indústria de papel e celulose, utilizado no branqueamento da polpa (SILVA, 2011)

2.4.4.2 Flavonóides

Compostos fenólicos que são produzidos no citosol e vacúolos dos vegetais. Os flavonóides são moléculas de baixo peso molecular e apresentam grande ação antioxidante, sendo capaz de inibir a peroxidação dos lipídeos e reduzir o dano celular causado pelo estresse oxidativo (ALINIAN et al., 2016).

São constituídos estruturalmente por substâncias aromáticas com quinze átomos de carbono (C_{15}) em seu esqueleto básico, possuindo nessa estrutura anéis aromáticos $C_6 - C_3 - C_6$. Esse esqueleto é biogeneticamente derivado do fenilpropano ($C_6 - C_3$) e três unidades de acetato (C_6) (YOKOZAWA et al., 1997).

Este grupo de compostos incluem as catequinas, as flavanonas, as flavonas, as antocianidinas. Na figura 6, encontra-se a quercetina, que é um pigmento de coloração amarela, muito comum, encontrado nos tecidos das plantas, na madeira e na casca (PASTORE, 2004).

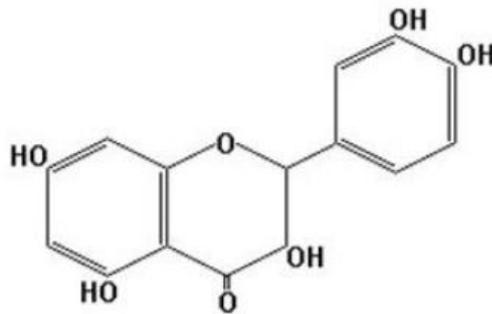


Figura 6. Representação da quercetina, pigmento encontrado nos vegetais.
Fonte: Pastore (2004).

2.4.4.3 Taninos

Os taninos fazem parte de um grupo de compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário das plantas, sendo definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas (HASLAM, 1966). Apresentam peso molecular compreendido entre 500 e 3000 Dalton, e tem a habilidade de formar complexos insolúveis em água com proteínas, gelatinas e alcalóides (MELLO & SANTOS, 2001).

Podem ser encontrados de duas formas na natureza: hidrolisáveis e condensáveis. Os hidrolisáveis são constituídos por fenóis simples, tais como pirogalol e ácido elágico, e também ésteres do ácido gálico ou digálico com açúcares, como a glicose (Figura 7) (HERGERT, 1989). São unidos por ligações éster carboxila, sendo prontamente hidrolisáveis em condições ácidas ou básicas (HAGERMAN; BUTLER, 1981).

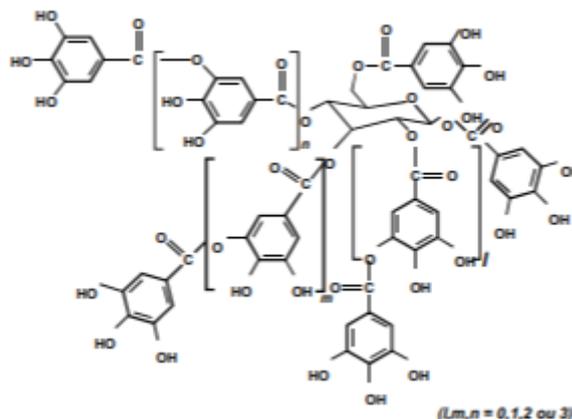


Figura 7. Estrutura de taninos hidrolisáveis
Fonte: NAKAMURA et al (2003).

Os condensáveis são formados por unidades flavanol: flava-3-ols (cetequina) ou flavan 3,4-diols (leucoantocianinas) (Figura 8). Estão presentes em sua maioria em alimentos consumidos com frequência (DESPHANDE et al.,1986; SALUNKHE et al, 1990).

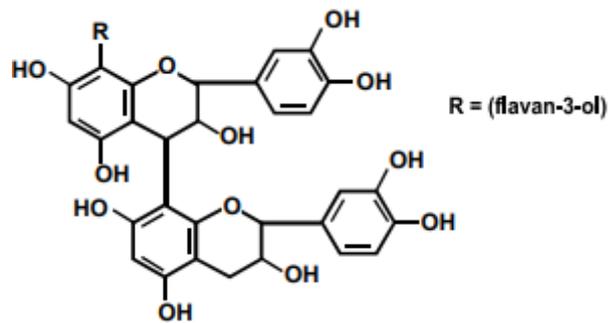


Figura 8. Estrutura química de taninos condensados

Fonte: LEKHA & LONSANE (1997)

São de fácil oxidação, tanto através de enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais, como cloreto férrico, o que ocasiona o escurecimento de suas soluções (MELLO & SANTOS, 2001).

2.4.4.4 Alcalóides

Alcalóides são compostos nitrogenados, farmacologicamente ativos, encontrados predominantemente nas angiospermas. Em sua grande maioria possuem caráter alcalino (SIMÕES et al., 1999). Porém, existem alcalóides de caráter ácido, como a colchicina. Esses compostos são conhecidos por possuírem substâncias que têm acentuado efeito no sistema nervoso, sendo muitas delas utilizadas como venenos ou alucinógenos (PERES, 2004).

Eles podem possuir coloração amarela, roxa ou incolor. E, quando na forma de sais, ficam localizados nas paredes celulares, podendo ser encontrados nas folhas, sementes, raízes e caules (MARTINS et al., 1995)

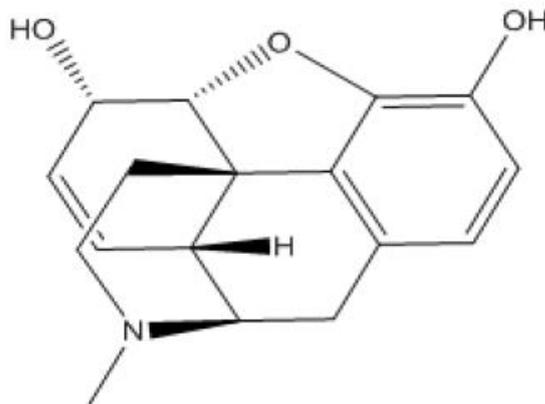


Figura 9. Exemplo de uma estrutura de alcalóide.

Fonte: Oliveira (2011)

2.4.4.5 Heterosídeos cianogênicos

São compostos resultantes da ligação covalente formada entre uma ou mais unidades de açúcar e uma estrutura chamada aglicona (SANTOS, 2003). A planta que possui esses compostos se torna tóxica, sofre hidrólise e produz ácido cianídrico, glicose e benzaldeído (HARBORNE & WILLIANS, 2000). Fazem parte do sistema de defesa contra herbívoros, insetos e moluscos (RADOSTITS et al., 2000)

2.4.4.6 Terpenos

Dentre os metabólitos secundários os terpenos é o grupo mais numeroso (mais de 40.000 moléculas diferentes). O caminho biossintético desses compostos dá origem a metabólitos primários e secundários sendo ambos de grande relevância para o crescimento e desenvolvimento das plantas. São geralmente insolúveis em água e todos derivam da união de isopreno (5 átomos de C), sendo classificados pelo número dessas unidades (GARCÍA, 2009).

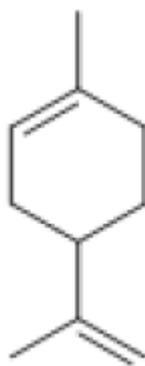


Figura 10. Exemplo de uma estrutura de terpeno.
Fonte: Oliveira (2011).

Segundo García (2009), muitas plantas como limão, menta, eucalipto ou tomilho, produzem misturas de álcoois, aldeídos, cetonas e terpenos chamados de óleos essenciais. Eles são responsáveis pelos odores e sabores característicos dessas plantas, sendo de grande interesse comercial devido seus aromas e fragrâncias, utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica e agrícola.

2.4.4.7 Saponinas

São glicosídeos de esteróides ou de terpenos policíclicos. Constitui uma estrutura com caráter anfifílico, ou seja, parte da estrutura com característica lipofílica (triterpeno ou esteróide) e outra hidrofílica (açúcares). Essa característica confere a propriedade de redução de tensão superficial da água e suas ações detergentes e emulsificante (SCHENKEL et al., 2001).

Usualmente são classificadas segundo o seu núcleo fundamental aglicona, podendo ser denominadas saponinas esteroidais ou triterpênicas (SCHENKEL et al., 2003).

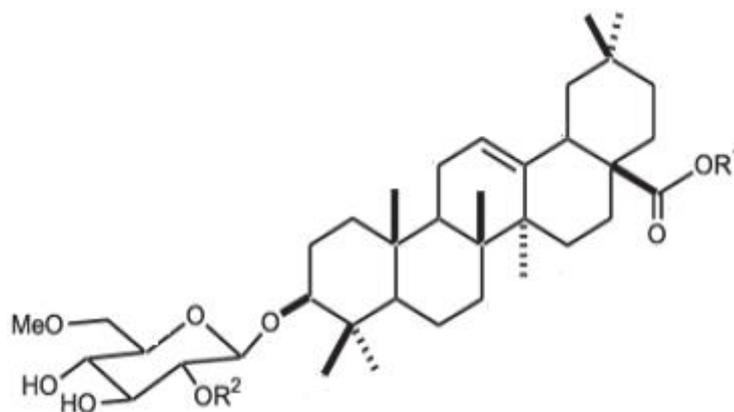


Figura 11. Estrutura de saponina triterpênica.

Fonte: Oliveira (2011)

2.4.4.8 Quinonas

As quinonas são formadas estruturalmente por grupos de carbonila α,β - insaturados conjugados em anéis de seis membros (Figura 12) e são produtos de oxidação de dois elétrons de 1,2- e 1,4- difenóis aromáticos (KUMAGAI et al., 2012)

Elas formam um grupo de compostos coloridos com dois grupamentos carbonilas, que podem ser adjacentes ou separados (MALTA, 2000).

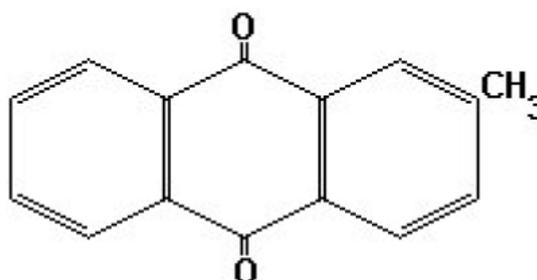


Figura 12. Exemplo da estrutura de uma quinona.

Fonte: Pastore (2004)

2.4.4.9 Esteróides

Os esteróides presentes nos vegetais são uma grande classe de compostos, no reino vegetal equivalem ao colesterol entre os mamíferos e podem ser encontrados em diferentes partes das plantas. Existem evidências que certos fitoesteróides são eficientes na redução de níveis de colesterol, ajudando na prevenção de doenças cardiovasculares (BECCEL, 2009).

Os esteroides se apresentam como álcool livre (3β -OH), esterificados a ácidos graxos ou como glicosídeos. Eles constituem as membranas das plantas, algas e fungos e afetam a sua permeabilidade (DEWICK,2002; GROS 1985).

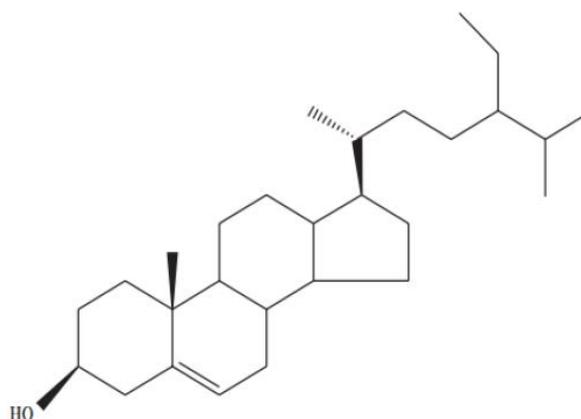


Figura 13. Exemplo da estrutura de um esteróide.

Fonte: Oliveira (2011)

2.4.4.10 Cumarinas

São substâncias fenólicas oriundas do metabolismo da fenilalanina, sendo seu representante mais simples a cumarina (1,2 – benzopiriona) (figura 14). Podem ser encontradas em diferentes partes da planta e apresentam importância farmacológica comprovada (KUSTER; ROCHA, 2004).

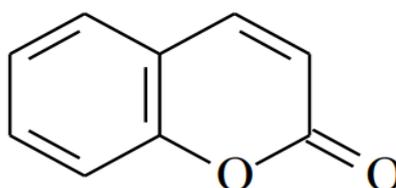


Figura 14. Estrutura química da cumarina.

Fonte: Dias (2015)

As cumarinas possuem odor de fragrância característica, sabor amargo, aromático e picante, ocorre como cristais prismáticos incolores. É solúvel em álcool e outros solventes orgânicos como o éter e solventes clorados quando em estado livre, podendo desse modo ser extraída (BRUNETON, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta do material

As amostras analisadas foram provenientes da coleta de 6 árvores de *Eucalyptus grandis* Hil ex-Maiden com 23 anos. Estas árvores foram cedidas pela empresa QUINVALE, situada no município de Barra do Piraí, Estado do Rio de Janeiro, cujas coordenadas

geográficas são 22°43'23" de latitude (S) e 44°08'08" de longitude (W) e a uma altitude média de 446 metros.

As madeiras foram processadas e feitas amostras de 2,5 x 12,5 x 50,0 cm. Selecionou-se apenas madeiras sem defeito para a análise. Separou-se 104 amostras, das quais foram agrupadas em região externa e interna do caule, metade foram termorretrificadas em um forno mufla elétrico laboratorial a 190°C e a outra metade não.

3.2 Análise química

3.2.1 Preparação dos extrativos da madeira

Com o auxílio de um aparelho extrator do tipo soxhlet, foram utilizados 15,00g de madeira moída não tratada e ratada termicamente de *E. grandis* (região externa e região interna). O material foi disposto em um cartucho preparado a partir de um papel filtro, colocado dentro do tubo de extração e, em um balão de 100 mL, foi colocado o solvente. A extração foi realizada em 48h contínuas com os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol. Após esse período, contando com um rotavapor, o material contido no balão no qual continha o material solúvel foi concentrado. Após esse procedimento os extratos foram transferidos para um recipiente e levados a capela até a completa evaporação do solvente em temperatura ambiente (ABREU et al., 2006). Em todas análises, foram realizadas em forma de duplicata.

3.3 Abordagem fitoquímica

A metodologia utilizada para a detecção dos grupos dos extrativos foi proposta por Matos (1997); Rodrigues (1995) e Costa et al. (2015). Suas análises foram realizadas a partir do extrato hidrofílico e do extrato lipofílico da madeira tratada e não tratada termicamente de *Eucalyptus grandis* (região externa e região interna). Em todas as análises, foram realizadas em forma de duplicata.

3.3.1 Testes com o extrato hidrofílico

3.3.1.1 Teste para fenóis e taninos

Em um tubo de ensaio, adicionou-se 2 mL de solução preparada a partir do extrato, 2 mL de água destilada e 3 gotas de FeCl₃ e observou-se a reação: o surgimento de precipitados azul e, ou, vermelho indicam fenóis, precipitado azul indica taninos pirogálicos, e verde, taninos condensados.

3.3.1.2 Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonóides

Em três tubos, contendo 2 mL de solução preparada a partir do extrato, condicionou-se um deles a pH 3, outro a pH 8,5 e o terceiro a pH 11 e observou-se o aparecimento de cores, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Reações do extrato para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis.

| Contituíntes | pH 3 | pH 8,5 | pH 11 |
|---------------------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| Antocianinas e antocianidinas | Vermelho | Lilás | Azul |
| Flavonas, flavonóis e xantonas | - | - | Amarelo |
| Chalconas e Auronas | Vermelho | - | Vermelho Púrpura |
| Flavanonóis | - | - | Vermelho Laranja |

3.3.1.3 Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavonas

Em outros dois tubos de ensaio, contendo 2 mL de solução preparada a partir do extrato, foram inseridos HCl (para obter pH 1-3) e no outro NaOH (para obter pH 11). Após a adição, realizou-se o aquecimento em banho-maria e observou-se o aparecimento de cores, como demonstra a Tabela 2.

Tabela 2. Reações do extrato para identificação de leucoantocianidinas, catequinas, e flavonas

| Constituintes | pH 1-3 | pH 11 |
|----------------------------|-----------------|------------------|
| Leucoantocianidinas | Vermelho | - |
| Catequinas | Pardo-amarelado | - |
| Flavonas | - | Vermelho-laranja |

3.3.1.4 Teste para flavonóis, flavanonas e xantonas

Adicionou-se em outro tubo 2 mL da solução preparada a partir do extrato, pedaços de fita de magnésio e 0,5 mL de HCl concentrado. O resultado positivo é indicado pela cor vermelha, que confirma a presença destas substâncias.

3.3.1.5 Teste para esteróides e triterpenóides

A partir de 5mL da solução preparada do extrato, foi feita a reextração com clorofórmio. Em seguida, foram adicionados 1 mL de anidrido acético e três gotas de H₂SO₄ concentrado. O resultado positivo pode aparecer de duas formas, cor azul seguida de verde (esteróides livres) e cor parda até vermelha (triterpenóides pentacíclicos livres).

3.3.1.6 Teste para saponinas

Adicionou-se pequena quantidade do extrativo a 2 ml de água destilada em um tubo de ensaio. Essa solução foi agitada vigorosamente por 2 minutos. A presença de saponinas é confirmada através do aparecimento de espuma persistente.

3.3.1.7 Teste para resinas

Fez-se a extração a partir do extrato bruto utilizando a menor quantidade de etanol e em seguida, foram colocados 3 mL dessa solução etanólica em um tubo de ensaio, ao qual adicionou-se água destilada e posteriormente foi agitado. O resultado positivo é indicado por aparecimento de precipitado floculoso aglomerado.

3.3.1.8 Teste para alcalóides

A partir de 2 mL da solução obtida do extrato, adicionou-se NH_4OH concentrado até atingir pH11. Com o auxílio de um funil de separação separou-se as bases orgânicas com éter: clorofórmio (3:1). A fase orgânica extrai-se a partir do HCl 0,1 N, reservando-se a solução aquosa ácida resultante dividida em dois tubos de ensaio, adicionou-se 3 gotas de reagente Mayer em um tubo e de Dragendorff no outro. A formação de precipitado floculoso indica positivo para alcalóides.

3.3.2 Testes com o extrato lipofílico

3.3.2.1 Separação das bases orgânicas

Utilizando-se um funil de separação, foram adicionados 2mL de solução obtida através do extrato com ciclo hexano e em seguida, foram realizadas 3 extrações sucessivas com 3mL de HCl 0,1 N, e uma lavagem com água destilada, separando-se a fase aquosa. A fase orgânica foi reservada. Alcalinizou-se a fase aquosa com NH_4OH , gota a gota, até atingir o pH 11 e as bases orgânicas foram extraídas com solução éter:clorofórmio, reservando-se a fase aquosa e fazendo a separação da solução éter:clorofórmio em duas porções iguais. Retomaram-se as bases contidas na metade da solução éter:clorofórmio com HCl 1N, em três porções sucessivas de 5 mL de HCl, também em funil de separação. A fase aquosa foi reservada para a realização dos testes a seguir.

3.3.2.2 Teste para alcalóides

A solução ácida do item anterior foi dividida em dois tubos de ensaio, acrescentaram-se 3 gotas dos reagentes de Dragendorff e Mayer. A formação de precipitado floculoso indica o resultado positivo para alcalóides.

Para realizar os testes seguintes retomou-se a fase orgânica privada de bases, para fazer a separação de ácidos fortes, sendo tratada em funil de separação, com 4 mL NaHCO_3 a 2% e 2 mL de água destilada. A fase orgânica foi reservada para a separação dos ácidos fracos

e fenóis. A partir da fase orgânica extraiu-se em funil de separação os ácidos fracos e fenóis com três lavagens sucessivas de 4 mL; 3 mL e 2 mL de NaOH a 2% e 5 mL de água. A fase aquosa foi acidulada até pH 2-3 com HCl concentrado. Extraíu-se os ácidos e fenóis livres a partir de 3 lavagens sucessivas com 2 mL de éter etílico. A solução etérea foi liberada dos ácidos com 2 mL de água destilada, e foram realizados os testes a seguir.

3.3.2.3 Teste para constituintes fenólicos

Metade da solução etérea obtida no item anterior foi concentrada e redissolvida com 10 mL de álcool etílico. Em seguida, foram aplicados os testes descritos no item 3.3.2.1 ao 3.3.2.4 nessa solução.

3.3.3.4 Teste para antraquinonas

Em 2 mL da solução etérea adicionou-se 2mL de NaOH e observou-se o aparecimento de fases. A cor vermelha na fase aquosa alcalina indica presença de hidroxiquinonas.

3.3.3 Testes com a madeira

3.3.3.1 Teste para Heterosídeos cianogênicos

Foram colocados 10 g da amostra moída da madeira em um recipiente com 50 mL de água, 1 mL de H₂SO₄ 1N e 0,1 g de NaOH, mantendo-se a mistura em banho-maria por duas horas. O aparecimento da cor vermelho-castanho indica resultado positivo.

3.3.3.2 Teste para Alcalóides

A mistura obtida no item anterior foi filtrada e, em seguida, procedeu-se de acordo com as instruções descritas no item 3.3.1.8. O resultado positivo é indicado por precipitado floculoso em pelo menos um dos tubos, evidenciando a presença de alcaloides.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Prospecção fitoquímica da madeira não tratada de *E.grandis*

4.1.1 Teste com a madeira bruta

Ao realizar a análise fitoquímica com a madeira bruta pode-se observar a presença de alcalóides nas regiões externa e interna da madeira de *E. grandis* (Tabela 3). Sendo o resultado positivo obtido após surgimento de precipitado floculoso depois da adição do reagente de Dragendorff (Figura 15). Em pesquisas realizadas com outras espécies de *Eucalyptus* esse componente químico não foi verificado (LOBO, 2014; DÖLL-BOSCARDIN et al., 2010; MALINOWSKI, 2010).



Figura 15. . Resultados positivos para alcalóides.

A partir dos testes realizados com a madeira bruta foi constatada a ausência de heterosídeos cianogênicos na espécie estudada (Tabela 3). Esse resultado foi obtido pela ausência de coloração vermelho-castanho no sobrenadante da solução. Ao analisar a madeira de *E. badjensis*, Antônio (2011) também verificou a ausência desse componente na espécie.

4.1.2 Teste hidrofílico

Nos testes realizados em extrato hidrofílico da madeira de *E. grandis* pode-se constatar resultados positivos para taninos, flavonóides (leucoantocianidinas, flavonóis, flavanonas, flavanonóis), xantonas, alcalóides, triterpenos e saponinas (Tabela 3).

Tabela 3. Classes metabólicas presentes nos testes realizados com a madeira tratada e não tratada , extrato hidrofílico e extrato lipofílico do *E. grandis*

| Constituintes | Madeira | | | | Extrato lipofílico | | | | Extrato hidrofílico | | | |
|--|---------|----|----|----|--------------------|----|----|----|---------------------|----|----|----|
| | MNT | | MT | | MNT | | MT | | MNT | | MT | |
| | E | I | E | I | E | I | E | I | E | I | E | I |
| Heterosídeos Cioanogênicos | - | - | - | - | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR |
| Alcalóides | + | + | + | + | - | - | - | - | + | + | - | - |
| Taninos | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | + | + | - | - |
| Fenóis | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Antocianinas e Antocianidinas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flavonas, Flavonóis, Xantonas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | - | - | + |
| Chalconas eAuronas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flavanonóis | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Leucoantocianidinas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | + | + | - | - |
| Catequinas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flavanonas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Flavonóis, Flavanonas, Flavanonóis e Xantonas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | + | + | - | - |
| Esteróides | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - |
| Triterpenóides | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | + | + | - | - |
| Saponinas | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | - | + | - | - |
| Resinas | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - |
| Antraquinonas | NR | NR | NR | NR | - | - | - | - | NR | NR | NR | NR |
| Cumarinas | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR |

Legenda: MNT= madeira não tratada; MT= madeira tratada; E= região externa; I= região interna; + = positivo; - = negativo; NR = não realizado.

Identificou-se a presença de tanino, nas regiões externa e interna, pela formação de precipitado de coloração azul (Figura 16). Segundo Carneiro et al. (2001), o *E. grandis* possui potencial na extração de taninos no Brasil para a produção de adesivos. Dentre as fontes naturais, os taninos vegetais se destacam por terem capacidade de reagir com formaldeído e também pela facilidade de extração. No entanto, os adesivos a base de taninos apresentam algumas limitações e geram problemas de aplicabilidade e de diminuição da resistência da linha de cola (CARNEIRO et al., 2012).

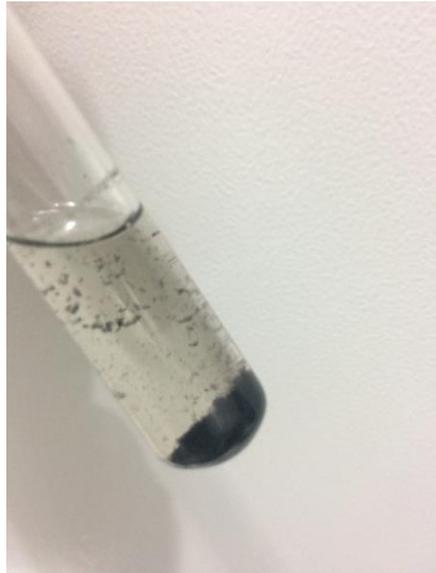


Figura 16. Precipitado de coloração azul evidenciando a presença de taninos.

Ao avaliar a presença de leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas em pH 3 foi possível identificar, pela coloração vermelha, a presença de leucoantocianidinas nas regiões externa e interna (Figura 17).



Figura 17. Resultado positivo para leucoantocianidinas.

Foi obtido resultado positivo no teste para flavonóis, flavanonas, flavanonois e xantonas nas regiões externa e interna, sendo evidenciado pelo aparecimento da coloração vermelha (Figura 18).



Figura 18. Resultado positivo para flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas.

De acordo com Antonio (2011), na triagem fitoquímica do *Eucalyptus badjensis* foi possível evidenciar a presença de flavonóides e leucoantocianidinas, afirmando ser bem expressiva a concentração de compostos fenólicos. Em estudos realizados com *E. grandis*, foi comprovado o seu efeito alelopático em espécies de hortaliças através da inibição da sua germinação, esse resultado foi relacionado à presença de compostos fenólicos na espécie estudada (GOETZE; THOMÉ, 2004).

Lobo (2014) constatou em ensaios fitoquímicos com *E. elata*, a presença de importantes compostos do metabolismo secundário como o grupo dos flavonoides, leucoantocianidinas e esteróides e/ ou terpenos.

Conforme Carvalho et al. (2004), muitos compostos fenólicos possuem atividade antioxidante, antibacteriana e antiviral, e em muitos vegetais estes irão contribuir no sabor e na coloração.

A presença de alcalóides pode ser verificada nos testes nas regiões externa e interna do extrato. Sendo o resultado positivo obtido após surgimento de precipitado floculoso depois da adição do reagente de Dragendorff (Figura 19).

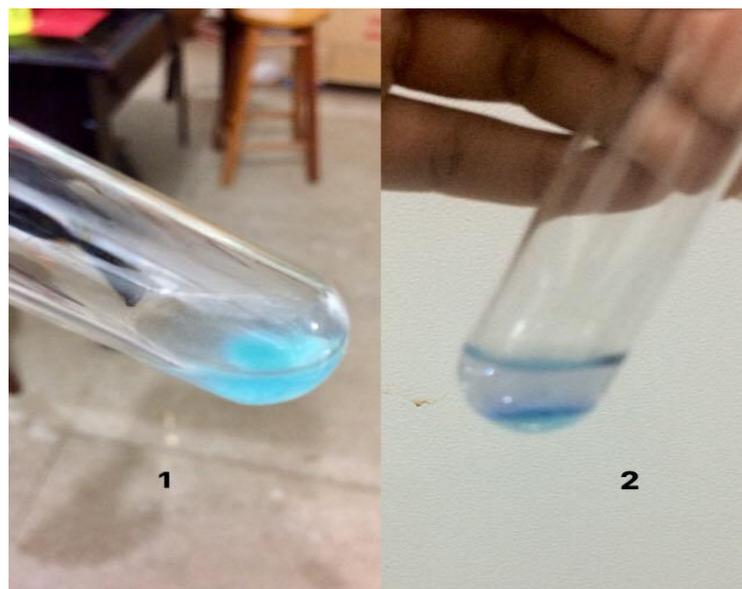


Figura 19. Resultados positivos para alcalóides. (1) Interna; (2) Externa.

Foi verificada a presença de triterpenóides nos testes através da coloração parda avermelhada (Figura 20). Esse metabólico esteve presente em ambas regiões externa e interna. Na prospecção fitoquímica realizada no *Eucalyptus benthamii* foram encontrados triterpenóides, de acordo com relatos da literatura (DÖLL-BOSCARDIN et al., 2010). Os triterpenóides têm ação antimicrobiana e antitumoral, entretanto, podem-se encontrar alguns que sejam tóxicos ao organismo humano (ROBBERS et al., 1997).



Figura 20. Teste positivo para triterpenóides.

Além desses componentes pode-se verificar somente na região interna (cerne), a presença de flavanonóis (Figura 21), flavanonas (Figura 22) e saponinas (Figura 23). Costa et al. (2017) ao avaliarem as propriedades físicas e químicas da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* nas regiões do cerne e do alburno constaram que os maiores teores de extrativos na madeira estão mais concentrados no cerne.



Figura 21. Resultado positivo para flavanóis (tudo de ensaio 3).

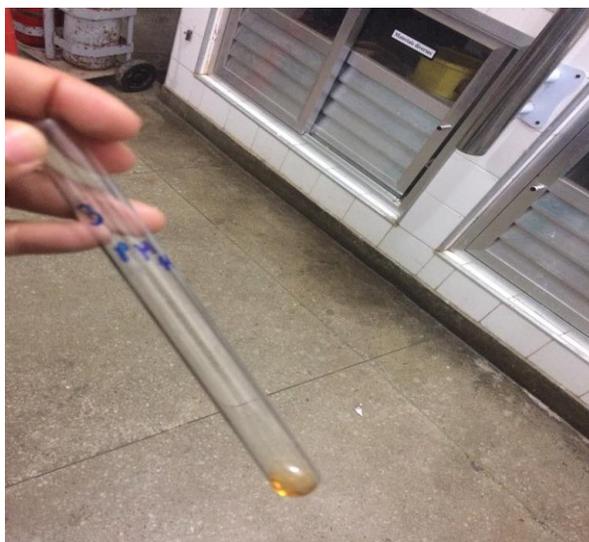


Figura 22. Resultado positivo para flavanonas.



Figura 23. Teste positivo para saponinas.

Estudos realizados com *E. camaldulensis* apresentaram metabólitos biologicamente ativos como flavonoides, saponinas e taninos hidrolisáveis (GAMBATO et al., 2014). As saponinas têm como característica principal possuir atividade tensoativa, que consiste em formar soluções espumantes persistentes e abundantes quando em solução aquosa. Suas propriedades biológicas são determinadas por seu comportamento anfifílico e pela habilidade em formar complexos com esteróides, proteínas e fosfolípídeos de membranas (SIMÕES et al., 2004).

As demais classes de extrativos não foram encontradas na madeira de *E. grandis*.

4.2 Prospecção fitoquímica da madeira de *E. grandis* tratada termicamente

4.2.1 Teste com a madeira bruta

Ao realizar a análise fitoquímica com a madeira bruta tratada termicamente pode-se observar a presença de alcalóides nas regiões externa e interna (Tabela 3). Sendo o resultado positivo obtido após surgimento de precipitado floculoso depois da adição do reagente de Dragendorff (Figura 24).



Figura 24. Teste positivo para alcalóides.

4.2.2 Teste hidrofílico

Nos testes feitos com o extrato hidrofílico da madeira de *E. grandis* tratada foi constatada a ausência da maioria das classes de extrativos, tanto na região externa como na interna (Tabela 3). De acordo com estudo feito na madeira de *E. grandis* tratada termicamente, abaixo de 200°C, houve o decréscimo de extrativos (ZANUNCIO et al., 2014).

Pode-se verificar, após o tratamento térmico, a presença de classes específicas de extrativos (flavonas, flavanóis e xantonas) na região mais interna da madeira tratada de *E. grandis* (Figura 25) (Tabela 3).



Figura 25. Teste positivo para Flavonas, Flavanóis e Xantonas.

Certas classes de extrativos da madeira sofrem influência com o tratamento térmico, sendo elas as leuconatocianidinas, os triterpenóides, taninos e saponinas. Pode-se assim verificar que as classes dos flavonóides, xantonas e alcaloides são as mais resistentes ao tratamento térmico (Figura 26).

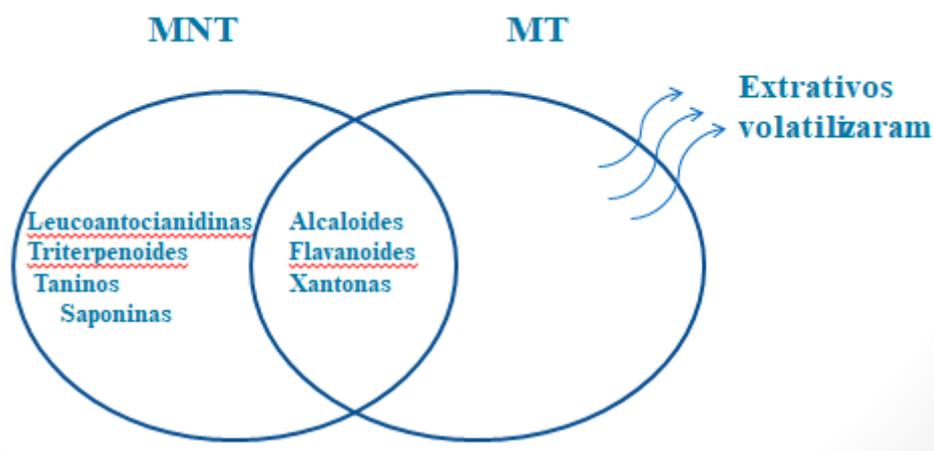


Figura 26. Visão geral do comportamento dos extrativos após o tratamento térmico.

Os flavonóides podem ser considerados pigmentos naturais, segundo Salfeld (1974) eles compõem um grande grupo de pigmentos, que se subdividem em antocianinas, flavonas, flavonóis, leucoantocianinas e compostos fenólicos relacionados.

Cabe ressaltar que a madeira tratada apresenta coloração mais escura, fato esse que pode estar correlacionado com as classes específicas de extrativos encontradas.

5. CONCLUSÕES

A prospecção fitoquímica permitiu a identificação de diversas classes de metabólitos secundários na madeira de *E. grandis* tratada e não tratada termicamente.

Os extrativos sofreram influência com o tratamento térmico.

As classes dos flavonóides, xantonas e alcaloides são as mais resistentes ao tratamento térmico.

Estudos posteriores mais aprofundados podem ser executados, a fim de realizar uma caracterização mais detalhada dos metabólitos que resistem ao tratamento térmico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS). **Anuário estatístico da Abraf 2012**. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF08-BR.pdf>>. Acesso em: 14/09/2018

ALINIAN, S., RAZMJOO, J., & ZEINALI, H. **Flavonoids, anthocynins, phenolics and essential oil produced in cumin (*Cuminum cyminum* L.) accessions under different irrigation regimes**. *Industrial Crops and Products*, 81, 49-55. 2016.

ANTONIO, R. D. **Caracterização fitoquímica, morfoanatômica e atividades biológicas de *Eucalyptus badjensis*, Beuzev. & Welch., Myrtaceae**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BECCEL. **Becel pró-active®**. 2009. Disponível em: <http://www.qualeoseunumero.com.br/?utm_source=kylie_becel_site&utm_medium=dhtml&utm_content=kylie_produtos&utm_campaign=kylie#/entenda>. Acesso em: 01/10/2018

BODIG, J; JAYNE, B. A. **Mechanics of Wood and Wood Composities**. 2nd. Malabar: Krieger Publishing Company, 1993. p. 712.

BORGES, L.M.; QUIRINO, W.F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado térmicamente. **Revista Biomassa & Energia**, v.1, n.2, p.173-182, 2004.

BRITO, J. O.; GARCIA, J. N.; JÚNIOR, J. B.; PESSOA, A. M. C.; SILVA, P. H. M. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorreificação. **Cerne**, v.12, n.2, p.182-188, 2006.

BROOKER, M.I.H. & D.A. KLEINIG. **Field Guide to Eucalyptus**, 3rd edition, Bloomings, Melbourne, 2006.

BRUNETON, J.C. **Coumarins**. In: *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants*. Paris:Intercepted Ltd, 1995. Bibliografia: p. 229-240.

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

CARVALHO JCT, GOSMANN G, SCHENKEL EP. **Compostos fenólicos simples e heterosídicos**. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR (org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. rev. ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC; Porto Alegre: Ed. da UFRGS, p. 519-535, 2004.

CARVALHO, C. A. de. et al. Cipó-cravo (*Tynnanthus fasciculatus* miers- Bignoniaceae): Estudo fitoquímico e toxicológico envolvendo *Artemis salina*. **Revista Eletrônica de Farmácia** Vol 6(1), 51-58, 2009.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; CASTRO, A. F. N. M.; SANTOS, R. C. ; CASTRO, R. V. O.; PINHEIRO, M.A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.36, p.767- 775, 2012.

COSTA, A. F.; **Farmacognosia**; Fundação Calouste Gulbennkian, v. 1, 4ª Ed, Lisboa, 1986.

COSTA, E.M. A madeira do eucalipto na indústria moveleira. **Anais do IV SEMADER, Curitiba**, 1996.

COSTA, A. C. S.; LEAL, C. S.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, S. M. L.; OLIVEIRA, A. O., PEREIRA, B. L. C. Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 8, p.10-20, 2017.

DESPHANDE, S.S. CHERYAN, M.SALUNKHE, D.K. Tannin analysis of foods products. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.24. p. 401-449, 1986.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A biosynthetic approach**. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd. Capítulo 5, 167-289. 2002.

DÖLL-BOSCARDIN, PM, FARAGO, PV, NAKASHIMA, T., DOS SANTOS, PET, E DE PAULA, JFP. **Estudo Anatômico e Prospecção Fitoquímica de Folhas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage**. *Lat. Sou. J. Pharm.* 29: 94-10, 2010.

ESTEVES, B.; VIDEIRA, R.; PEREIRA, H. **Chemistry and ecotoxicity of het-treated pine wood extractives**. *Wood Science and Technology*, v. 45, n. 4, p. 661-676, 2011.

ELDRIDGE, K. G.; et al. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford : Oxford University Press, 1994.

FABROWSKI, F. J. ***Eucalyptus smithii* R. T. Baker (Myrtaceae) como espécie produtora de óleo essencial no sul do Brasil**. Curitiba. 225f. Tese (doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2002.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. Berlin, New York: Ed. Walter de Gruyter, 613p, 1989.

FONT QUER, P. **Plantas medicinales**. Barcelona: El Dioscórides Renovado, 1988.

GARCÍA, A. A.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo Secundario de Plantas. **Revista Reduca (Biologia): Serie Fisiologia Vegetal**. Espanha, V. 02, Nº 03, 2009.

GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 43-50, 2004.

GROS, E. G. **Introducción al estudio de los productos naturales**. Secretaria geral de La Organización de los Estados Americanos. 1985.

GUENTHER, E.; ALTHAUSEN, D.. **The constituents of essential oils**. In: The Essential Oils, 4.ed. New York: Van Nostrand, v.2, 1963.

HAGERMAN, A.; BUTLER, L.G. **The specificity of proanthocyanidin-protein interactions**. J. Biol. Chem. v.256, p.4494-4497. 1981.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C. **Advances in flavonoid research since 1992**. *Phytochemistry*, v.55, p.481-504, 2000.

HASELEIN, C. R.; LOPES, M. de C.; SANTINI, E. J.; LONGHI, S. J.;ROSSO, S.;FERNANDES, D. L. G.; MENEZES, L. F. de. **Características tecnológicas da madeira de árvores matrizes de Eucalyptus grandis**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 145-155, 2004.

HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannins**. London: Academic Press, 179 p, 1966.

HERGERT, H.J. **Condensed tannic in adhesives: introduction and historical perspectives**. In:HEMINGWAY, R.W. et al. (Ed). Adhesives from renewable resources. Washington: American Chemical Society, p. 155-171, 1989

HILL, CAS. **Wood modification: Chemical, thermal and other processes**. Chichester: Wiley; 2006.

JOLY, A.B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 12 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, V.4. 777p, 1998.

JOSEPH, B.; Priya. R. M.; **Phytochemical and biopharmaceutical aspects of Psidium guajava (L.) essential oil: A review**. Res. J. Med. Plant. 2011, 5: 432-442.

KAWASAKI, M. L. & HOLST, B. K. Myrtaceae. In: SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. W. & HEALD, S. V. (eds.). **Flowering plants of the New Tropics**. The New York Botanic Garden & Princeton University Press, Princeton & Oxford, p. 264- 266, 2004.

KORKUT, S.; HIZIROGLU, S. **Effect of heat treatment on mechanical properties of hazelnut wood (Corylus colurna L.)**. Materials and Design, v.30 p.1853-1858, 2009.

KLOCK, Umberto; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da Madeira**. 3ª Ed. UFPN – DETF, Curitiba, 2005.

KUMAGAI, Y. et. al. The Chemical Biology of Naphthquinones and Its Environmental Implications. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**. v. 52, p. 221-247, 2012.

KUSTER, R. M.; ROCHA, L. M. **Cumarinas, cromonas e xantonas**. In: SIMÕES, C. M. O. et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5ª Ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. da UFRGS/UFSC, Cap. 21, p. 537-575, 2004.

- LANDRUM, L.R. & KAWASAKI, M.L. **The genera of Myrtaceae in Brasil: na illustrated synoptic treatment and identification keys.** Brittonia, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997.
- LEKHA, P. K.; LONSANE, B. K. **Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art.** Adv. App. Microbiol. v. 44, 1997.
- LUGHADHA, E. & SNOW, N. **Biology and evolution of the Myrtaceae: A Symposium.** Kew Bulletin 55: 591-592. 2000.
- LORENZI, H.; SOUZA, V. C. **Botânica Sistemática.** Instituto Plantarum. São Paulo, SP. 2005.
- MACHADO, H.; NEGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T.; Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução,** Juiz de Fora, v. 27, n.1 / 2, p. 33-39, 2008.
- MALINOWSKI LRL. **Morfoanatomia, fitoquímica e atividades biológicas de folhas jovens de Eucalyptus globulus LABILL. subespécie bicostata (MAIDEN et al.) J. B. KIRKPAT,** Myrtaceae. Curitiba. Dissertação [Mestrado em Ciências Farmacêuticas] - Universidade Federal do Paraná; 2010.
- MALTA, V. R. S. **Estudo cristalográfico de naftoquinonas e seus derivados e cálculos teóricos de propriedades relevantes na relação estrutura- atividade.** Tese (Doutorado em Físico-Química) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 258f, 2000.
- MARTINS, E. R. et al.; **Plantas medicinais.** Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1995.
- MATOS, F. J. de A. **Introdução à fitoquímica experimental.** 2. ed. Fortaleza: EUFC, 1997.
- MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. Em **Farmacognosia: da planta ao medicamento;** Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.
- MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; MELO, D. C. Análise da madeira de Pinus oocarpa, parte I– Estudos dos constituintes moleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore,** Viçosa, v. 29, n. 3, p. 461-470, maio/jun. 2005.
- NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y.; **Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat.** J. Agric. Food Chem., v.51, p.331-339, 2003.
- OLIVEIRA, L. S. **Estudo Químico e Biológico da Madeira de lei Hymenolobium petraeum (Angelim pedra).** 2011.
- PALMA, M. B. **Influência da agitação e da aeração na atividade de xilanases de Penicillium janthinellum.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 89p, 1993.

PASTORE, T. C. M. **Estudos do efeito da radiação ultravioleta em madeiras por espectroscopias Raman (FT-RAMAN), de refletância difusa no infravermelho (DRIFT) e no visível.** Tese de doutorado - Universidade de Brasília, Brasília, 2004. 131f.

PENEDO, W.R. Madeira, carvão e gusa, In Penedo, W.R. (comp.) **Uso da madeira para fins energéticos**, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, CETEC- MG/SPT001, Belo Horizonte, p.113 -142,1980.

PERES, Lázaro E. P.; **Metabolismo secundário.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP – São Paulo, 2004.

PHILLIPP,P; D’ ALMEIDA, M.L. O. **Celulose e Papel. Volume 1. Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – Centro Técnico e celulose e papel. São Paulo, ed. 2, 1988.

POUBEL, D.S.; GARCIA, R.A.; SANTOS, W.A.; OLIVEIRA, G.L.; ABREU, H.S. Efeito da termorreificação nas propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* **Cerne**, v.19, n.3, p.391-398, 2013.

PRYOR, L. **Biology of Eucalyptus.** London: Edward Arnold, 82p,1976.

PRZYBYSZ, M; MACHADO, GO; CHRISTOFORO, AL; SILVA, MR; CALIL Jr., Resistência biológica a fungos xilófagos da madeira de *Pinus oocarpa* termorreificada. **Revista Madeira, Arquitetura e Engenharia**, v. 14, p. 25-32, 2013.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. **Clínica Veterinária: Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e eqüídeos.** 9ª edição. p. 1631-1636. 2000.

ROBBERS, J.E., SPEEDIE, M.K & TYLER, V.E. **Farmacognosia Biotecnologia.** Editora: Editorial Premier. São Paulo. 1997.

ROCHA, R.B.; MURO ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centroide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.15, p.255-266, 2005.

ROCHA, M.P. **Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden e Eucalyptus dunnii Maiden como fontes de matéria prima para serrarias.** Curitiba, 2000. 185f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 2000.

RODRIGUES, R. R. **A sucessão florestal. Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra.** Campinas: UNICAMP, p. 30-36, 1995.

ROWELL, R. M.; PETERSEN, R.; HAN, J. S.; ROWELL, J. S.; TSHABALALA, M. A. Cell Wall Chemistry. In: **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites.** Editado por Roger M. Rowell. Ney York: Editora Taylor & Francis Group, 2005.

SALFIELD, J. R. **Práticas de ciencia de los alimentos**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1974.

SALUNKHE, D.K.; CHAVAN, J.K; KADAN, S.S. **Dietary tannins: consequences and remedies**. Boca Raton: CRC Press, 200p.,1990.

SANTOS, C.P.; REIS, I. N.; MOREIRA, J. E. B.; BRASILEIRO, L.B. Papel: como se fabrica? **Revista Química Nova na Esola**, Sociedade Brasileira de Química, n.14, novembro de 2001.

SANTOS, RI dos. **Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários**. SIMÕES, CMO; SCHENKEL, EP; GOSMANN, G.; MELLO, JCP, p. 403, 2004.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN,G.; ATHAYDE,M.L.Saponinas. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.;GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento** .3 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, cap.27, p.597-619, 2001.

SIANI, A.C; SAMPAIO, A.L.F.; SOUZA, M.C.; HENRIQUES, M.G.M.O.; RAMOS, M.F.S.. Óleos Essenciais: Potencial anti-inflamatório. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, v.16, p.38-43, 200

SILVA, V. L. **Caracterização de ligninas de *Eucalyptus* spp. pela técnica e pirólise associada à cromatografia gasosa e à espectrometria de massas**. 2006. 85f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

SILVA L.M.C. **Desenvolvimento de biossensores eletroquímicos para fenol e uréia com foco na aplicação ambiental**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

SIMÕES, C. M. O.; et al. **Farmacognosia - da planta ao medicamento**. Florianópolis, SC. Editora da UFSC, 1999.

SIMÕES, C.M.O., E.P. SCHENKEL, G. GROSMANN, J.C.P. MELLO, L.A. MENTZ & P.R. PETROVICK (eds.). **Farmacognosia: da planta ao medicament**, 5 ed., UFSC/UFRGS, Florianópolis/ Porto Alegre, 2004.

SOBRAL, M. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2009.

THENG, H; TO.C, Liquid – phase adsorption of phennol onto activated Carbons Prepared with Different Activation Levels, **jornal of colloid and Interface Science** v. 230, p. 171 – 175, 2000.

WILSON, P.G., O'BRIEN, M.M., HESLEWOOD, M.M. & QUINN, C.J. **Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a matK phylogeny**. *Plant Systematics and Evolution* 251: 3-19, 2005.

YOKOZAWA, T.; DONG, E.; LIU, Z.W. & SHIMIZU, M. **Antioxidant activity of flavones and flavonols in vitro**. *Phytotherapy Research*. Vol.11:446-450, 1997.

ZANUNCIO, A. J. V.; FARIAS, E. S.; SILVEIRA, T. A. Termorreticação e Colorimetria da Madeira de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, n.21, p.85-90, mar. 2014.