



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

HANNA LISA LEFFEVER RIBEIRO DOS SANTOS

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES NATIVAS DE DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS**

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

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017



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

HANNA LISA LEFFEVE RIBEIRO DOS SANTOS

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES NATIVAS DE DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS**

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 – 2017

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES NATIVAS DE DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS**

HANNA LISA LEFFEVER RIBEIRO DOS SANTOS

Monografia aprovada em 30 de novembro de 2017.

Banca Examinadora:

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

Msc. Gisely de Lima Oliveira – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Azarias Machado de Andrade – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pela dedicação, incentivo, investimento, conselhos e apoio incondicional quando resolvi mudar de curso, sem isso eu não teria chegado até aqui. Vocês são meus maiores exemplos de que nunca devemos nos acomodar e sempre temos que continuar buscando o conhecimento.

A minha avó Ivanir que me acolheu em sua casa novamente quando precisei nos primeiros períodos da faculdade e também por todo carinho desde sempre.

Ao meu noivo Mauro, por escutar minhas reclamações sobre a faculdade, por acreditar na minha capacidade quando eu mesma duvidava, pelas risadas e choros compartilhados, por tentar acalmar minhas incertezas sobre o futuro mesmo que a distância.

A minha orientadora Natália Dias, por me ajudar a conceber a ideia desse trabalho, pela paciência, disponibilidade, pelas conversas e conselhos, por ser muito mais que professora e sim amiga e pessoa maravilhosa.

Ao professor Azarias, por ter me orientado durante o estágio, pelos conhecimentos passados e ter aceitado participar da minha banca.

A membro da banca, Gisely Oliveira por aceitar contribuir com este trabalho.

Ao técnico de laboratório José Carlos, por sempre estar disposto a ajudar, indo no laboratório até durante o feriado, sem você não teria conseguido concluir este trabalho.

Aos meus colegas de laboratório Gabriela Mayrinck, Alessandra Brito, Ana Carolina Lindolfo, Isabella Dias e José Patrício, pela ajuda, risadas e conversas, vocês fizeram minhas horas no laboratório muito mais divertidas.

A minha parceira de monografia Nathalia Macedo, pelo companheirismo nos feriados passados fazendo os ensaios, por me deixar mais pobre e gorda levando aqueles brownies maravilhosos que serviram para adoçar os momentos difíceis.

As minhas lindas amigas Patrícia Suane e Carla Alves, pelas horas de estudo passadas, por “segurarem as pontas” quando precisei, por tornarem meus dias na rural mais leves e por todas as histórias que vou levar comigo, sem vocês esses cinco anos não teriam a menor graça.

Ao bonde da carona de CG Suellen Feitosa e Junior Souza, vocês tornaram a distância entre Campo Grande e Seropédica mais curta e menos sofridas, nunca se falou tanto a palavra TCC em um carro.

A Deus por ter me guiado até aqui e colocado todas essas pessoas em meu caminho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo traçar uma abordagem fitoquímica da madeira de espécies nativas da Mata Atlântica de diferentes estágios sucessionais, visando à caracterização de possíveis classes de metabólitos secundários. Os extrativos são substâncias químicas presentes na madeira frequentemente responsáveis por determinadas características como: cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. O conteúdo e a composição dos extrativos variam entre as espécies de madeiras. As análises foram realizadas a partir da madeira, do extrato hidrofílico e do extrato lipofílico das espécies *Croton urucurana* Baill (pioneira), *Pelthoforum dubium* (secundária inicial), *Jacaranda cuspidifolia* (secundária tardia) e *Hymenaea courbaril* (clímax). A prospecção fitoquímica revelou a presença de alcalóides, compostos fenólicos e triterpenóides em todos os extratos hidrofílicos das espécies estudadas. Foi encontrado saponinas presentes somente em *P. dubium* e *J. cuspidifolia*. Este resultado permitiu confirmar as espécies secundárias *P. dubium* e *J. cuspidifolia* como espécies não pioneiras, pois saponinas são compostos mais pesados que auxiliam na defesa das plantas, enquanto a *C. urucurana*, possui como principal mecanismo de defesa compostos fenólicos, que são mais leves, sendo, portanto, considerada pioneira. O *H. courbaril* apesar de ser uma espécie considerada clímax, apresentou classes metabólicas semelhantes da espécie pioneira.

Palavras-chave: Prospecção fitoquímica, Mata Atlântica, estágios sucessionais, *Croton urucurana*, *Pelthoforum dubium*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Hymenaea courbaril*.

ABSTRACT

The objective of this study was to trace a phytochemical approach of wood of native Atlantic Forest species of different forest succession stages, aiming at the characterization of possible classes of secondary metabolites. The extractives are chemical substances present in the wood often responsible for certain characteristics as: color, smell, natural resistance to rot, taste and abrasive properties. The content and composition of the extractives vary between species of wood. The analyzes were carried out from the wood, hydrophilic extract and lipophilic extract of *Croton urucurana* Baill (pioneer), *Pelthoforum dubium* (early secondary), *Jacaranda cuspidifolia* (late secondary) and *Hymenaea courbaril* (climax). The phytochemical screening revealed the presence of alkaloids, phenols and triterpenoids all the hydrophilic extracts of the species studied. Saponins were found only in *P. dubium* and *J. cuspidifolia*. This result allowed to confirm the secondary species *P. dubium* and *J. cuspidifolia* as non-pioneer species, because saponins are heavier compounds that aid in the defense of plants, whereas *C. urucurana* has as main defense mechanism phenolic compounds, which are lighter, and is therefore considered a pioneer. *H. courbaril* despite being a species considered climax, presented similar metabolic classes of the pioneer species.

Keywords: Phytochemical screening, Atlantic Forest, forest succession, *Croton urucurana*, *Pelthoforum dubium*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Hymenaea courbaril*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Bioma Mata Atlântica	2
2.2. Estágios Sucessionais	2
2.3. Espécies Nativas	4
2.3.1 Sangra D'água (Croton urucurana Baill)	4
2.3.2. Canafístula (Pelthoforum dubium)	5
2.3.3 Jacarandá- de- Minas (Jacaranda cuspidifolia)	6
2.3.4 Jatobá (Hymenaea courbaril)	7
2.4. Madeira	8
2.4.1. Componentes Acidentais da Madeira	10
2.4.1.1. Extrativos	11
2.4.1.2. Terpenos e terpenóides	11
2.4.1.3. Compostos alifáticos	13
2.4.1.4. Compostos fenólicos	13
2.4.1.5. Compostos Nitrogenados	16
2.4.1.6. Glicosídeos	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Material	17
3.2. Preparação dos Extratos	17
3.3. Abordagem Fitoquímica	17
3.3.1. Testes para o Extrato Hidrofílico	17
3.3.1.1. Determinação de Fenóis e Taninos	17
3.3.1.2. Determinação de Antocianinas, Antocianidinas e Flavonóides	17
3.3.1.3. Determinação de Leucoantocianidinas, Catequinas e Flavonas	18
3.3.1.4. Determinação de Flavonóis, Flavanonas, Flavanonóis e Xantonas (Teste de Shinoda)	18

3.3.1.5.	Determinação de Esteróides e Triterpenóides (Teste de Liebermann- Burchard)	18
3.3.1.6.	Determinação de Saponinas	19
3.3.1.7.	Determinação de Resinas	19
3.3.1.8.	Determinação de Alcalóides	19
3.3.2.	Testes para o Extrato Lipofílico	19
3.3.2.1.	Determinação de Alcalóides	19
3.3.2.2.	Determinação de Constituintes Fenólicos	19
3.3.2.3.	Determinação de Antraquinonas	20
3.3.2.4.	Determinação de Cumarinas	20
3.3.3.	Testes Para Madeira Bruta	20
3.3.3.1.	Determinação de Heterosídeos Cianogênicos	20
3.3.3.2.	Determinação de Alcalóides	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.	CONCLUSÃO	28
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Reações para identificação de antocianinas, antocianidinas e flavonóis	18
Tabela 2. Reações para identificação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas	18
Tabela 3. Resultados da triagem fitoquímica em madeira das espécies estudadas.....	20
Tabela 4. Resultados da triagem fitoquímica em extrato hidrofílico das espécies estudadas.....	22
Tabela 5. Resultados da triagem fitoquímica em extrato lipofílico das espécies estudadas.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (a) Exemplar de <i>Croton urucurana</i> Baill (b) Detalhe do látex de <i>C. urucurana</i>	4
Figura 2. Exemplar de <i>Pelthoforum dubium</i>	6
Figura 3. Exemplar de <i>Jacaranda cuspidifolia</i>	7
Figura 4. Exemplar de <i>Hymenaea courbaril</i>	8
Figura 5. Polímero da Celulose.....	9
Figura 6. Unidades de açúcares da hemicelulose	9
Figura 7. Álcoois precursores da lignina	10
Figura 8. Molécula de Isopreno	12
Figura 9. Exemplo de Saponina Triterpênica	12
Figura 10. Exemplo de Esteróide.....	13
Figura 11. Exemplo de Cera	13
Figura 12. Exemplo de Flavonóide.....	14
Figura 13. Exemplo de Taninos condensados.	14
Figura 14. Exemplo de Quinona.	15
Figura 15. Exemplo de Cumarina.	15
Figura 16. Exemplo de Catequina.....	15
Figura 17. Exemplo de Alcalóide.	16
Figura 18. Exemplo de Heterosídeo Cianogênico	16
Figura 19. Positivo para Triterpenóides.....	21
Figura 20. Indicativo de presença de fenóis	22
Figura 21. Positivo para teste de Shinoda.....	23
Figura 22. Positivo para flavonas, flavonóis e xantonas.....	24
Figura 23. Positivo para catequinas	24
Figura 24. Positivo para esteróides	26
Figura 25. Classes de metabólitos presentes nas espécies estudadas	27

1. INTRODUÇÃO

A madeira é constituída principalmente por celulose, polioses (hemicelulose) e lignina, em menores quantidades estão os extrativos (metabólitos secundários) e as substâncias minerais (MARRA, 1992).

Os extrativos são substâncias químicas presentes na madeira que podem ser extraídas usando diferentes solventes, por exemplo, em água, em solventes orgânicos neutros, ou volatilizados a vapor. Os extrativos ocorrem na casca, folhas e acículas, flores, frutos e sementes e quase sempre as quantidades nessas partes da árvore são proporcionalmente maiores que na madeira. Os extrativos são frequentemente responsáveis por determinadas características da madeira como: cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. O conteúdo e a composição dos extrativos variam entre as espécies de madeiras (KLOCK et al, 2005).

Alguns extrativos são muito utilizados comercialmente em indústrias farmacêuticas e cosméticas, na forma de cremes, loções, géis e outros, por exemplo, os extratos obtidos das folhas de *Camellia sinensis* (chá verde) (SÁ, et al). Alguns extratos vegetais são utilizados para o curtimento de couro (LOPES, 2016). Extratos de folhas de *Mormordica chartia* L são popularmente utilizados como cicatrizantes e moluscida. (RODRIGUES, 2010).

Apesar dessas aplicações muitos aspectos bioquímicos e moleculares dos extrativos ainda são poucos conhecidos. Diversos autores têm apontado à importância de estudos químicos e farmacológicos, em plantas tropicais, pela intensa produção de metabólitos secundários nas espécies desses ecossistemas (GOTTLIEB, 1981). A investigação dos extratos obtidos tanto da madeira quanto da casca, sementes e folhas das plantas pode conduzir à caracterização e isolamento de metabólitos com atividades biológicas e a novos materiais para a indústria de cosméticos, alimentícia, madeireira e em outras aplicações.

A primeira etapa dos estudos químicos com vegetais envolve a prospecção fitoquímica dos extratos quanto à presença dos grupos ou classes de metabólitos mais relevantes, o que compreende as etapas de isolamento, elucidação estrutural e identificação (BARBOSA, 2013).

Nos tecidos lenhosos, deve-se primeiro extrair as substâncias com um solvente adequado, para então caracterizá-las. As substâncias ou compostos químicos que ocorrem com bastante frequência nos vegetais lenhosos, como na madeira, são fenóis, flavonóides e derivados, terpenos, alcalóides, compostos cianogênicos, quinonas e outros (FENGEL & WEGENER, 1984; SANTOS, 2003; SIMÕES et al., 2003).

O Brasil possui seis grandes biomas, que, juntos, possuem uma das maiores biodiversidades do planeta, abrigando 55 mil espécies catalogadas, sendo que 4 mil espécies vegetais são utilizadas com fins medicinais. Entre esses biomas encontra-se a Mata Atlântica que é a segunda maior floresta tropical úmida em extensão do Brasil, um dos biomas mais importantes e mais ricos em biodiversidade do planeta, nela vivem milhares de espécies de plantas, sendo que algumas são endêmicas. Entretanto, é um dos mais ameaçados e muitas espécies de plantas estão em extinção devido ao desmatamento (ZUCCHI et al, 2013).

O estudo das espécies nativas deste bioma e seu potencial medicinal é essencial. Entre as espécies conhecidas que possuem propriedades medicinais estão, a *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr (Pau-jacaré) em que estudos fitoquímicos da casca, dos galhos e das folhas, elaborados por Carvalho et al. (2010), encontraram diversas classes de componentes químicos, como o aspefenamato, terpenóides e flavonóides. Esta última classe é reconhecida pelos efeitos antiinflamatórios e antialérgicos. Destaca-se também a apigenina, que atua no combate ao câncer,

o que evidencia o alto potencial medicinal da espécie. A *Myroxylon peruiferum* Linnaeus (Cabreúva) de onde é extraído o bálsamo-do-Peru, empregado na medicina popular como analgésico para infecções do trato urinário e respiratório, diabetes e contra a microbactéria gram-negativa *Helicobacter pylori*, além de ser usado pela indústria cosmética e de perfumaria (ZUCCHI et al, 2013). A *Centrolobium tomentosum* Guillem ex. Bentham (Araribá) de acordo com estudos apresenta possíveis propriedades antialérgica e anti-inflamatória e compostos com atividade anti-leishmania. A *Annona muricata* (Graviola) cujas sementes são consideradas adstringentes, eméticas, e estudos confirmaram a atividade antiparasitária, e antivírus *Herpes simplex* (GONÇALVES, 2007).

Considerando a grande importância de novos estudos sobre as aplicações dos diversos extrativos, este trabalho teve como objetivo traçar uma abordagem fitoquímica da madeira de espécies nativas de diferentes estágios sucessionais, visando à caracterização de possíveis classes de metabólitos secundários.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bioma Mata Atlântica

A Floresta Tropical Atlântica, mais conhecida como Mata Atlântica, representa um dos cinco mais importantes “hotspots” em termos de biodiversidade do planeta (MYERS et al., 2000). Entretanto, é um dos mais ameaçados e muitas espécies de plantas e animais estão em extinção. Apresentava originalmente uma área de 1.100.000 Km², que se estendia da região nordeste até o sul do Brasil (TANIZAKI & MOULTON, 2000). É formada por diversos tipos de vegetação nativa, como, as Florestas Ombrófilas, Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais, os Mangues, as Restingas e os Campos de Altitude (ZUCCHI et al, 2013).

Vivem neste bioma milhares de animais e espécies de plantas, detendo mais de 20.000 espécies de plantas vasculares, das quais 8.000 são endêmicas, ou seja, ocorrem somente na Mata Atlântica, e em nenhum outro lugar do mundo (MITTERMEIER et al., 1999). Além disso, este ecossistema contribui para a preservação de rios e nascentes de sete das nove bacias hidrográficas brasileiras, para o controle do clima e é fonte de alimentos entre outros atributos (A MATA ATLÂNTICA, 2012; SANTOS, 2014).

A destruição da Mata Atlântica é um dos maiores problemas de conservação ecológica do mundo, sendo a principal causa do desmatamento a conversão das áreas florestais para cultivo de pastagens e para a expansão das áreas agrícolas, de maneira que para a preservação desse bioma é preciso conservar as florestas existentes, juntamente com sua diversidade de espécies e também restaurar as áreas já degradadas (ZUCCHI et al, 2013). Este processo de restauração de áreas degradadas dá origem à sucessão ecológica que envolve a substituição ordenada de uma comunidade de plantas por outra ao longo do tempo, o que implica mudanças na composição florística, na fisionomia e na estrutura da comunidade (BUDOWSKI, 1963). A sucessão ecológica pode ser dividida em dois tipos, primária e secundária.

2.2. Estágios Sucessionais

Sucessão ecológica é definida como um fenômeno que envolve gradativas variações na composição específica e na estrutura da comunidade. O processo inicia-se em áreas que, mediante ações perturbatórias ou não, se apresentam disponíveis à colonização de plantas e animais, prosseguindo até determinado período, onde tais mudanças se tornam bastante lentas, sendo a comunidade resultante designada como clímax (HORN, 1974).

Essas mudanças ocorrem, inicialmente, com a dominância de plantas de pequeno porte e de posições inferiores na escala filogenética por plantas grandes, no alto desta escala; aumento na longevidade das dominantes; convergência para um tipo fisionômico prevaemente e característico da região; diversificação das formas de vida; substituição de espécies com amplitudes ecológicas similares e amplas, por grupos com limites estreitos e necessidades complementares (DAUBENMIRE, 1968).

Quando a sucessão não é interrompida por forças externas, é bastante direcional e previsível, envolvendo modificações do ambiente físico pelos fatores bióticos, no sentido de aumentar a complexidade estrutural e atingir um grau máximo de biomassa e de função simbiótica entre organismos por unidade de fluxo energético disponível (ODUM, 1988).

A sucessão ecológica pode ser dividida em dois tipos, primária e secundária. A sucessão primária ocorre em áreas onde não havia vegetação presente e a secundária é derivada de um distúrbio, como por exemplo, em áreas desmatadas para cultivo (FINEGAN, 1984).

A fim de estabelecer relação entre o padrão sucessional e a distribuição das florestas tropicais, Budowski (1965) apresentou um modelo para as florestas tropicais em que a sucessão secundária é formada por um conjunto de estágios sucessionais distintos e as espécies, por sua vez, são agrupadas em função de sua ocorrência preferencial em cada um destes estágios. Nesse modelo, aponta a conveniência de denominar os estágios em pioneiro, secundário inicial, secundário tardio e clímax.

Rodrigues (1995) comenta que as espécies pioneiras têm função de cicatrizar ambientes perturbados. No outro extremo das pioneiras, têm-se as clímax que são as espécies finais na substituição sequencial de espécies na sucessão. Entre os dois extremos, existe um grande número de espécies com características ou adaptações ecológicas intermediárias. Quando as características são mais parecidas com as pioneiras, estas espécies são chamadas de secundárias iniciais; quando apresentam características mais próximas das espécies clímax, são denominadas secundárias tardias. A sucessão florestal sempre inicia com espécies pioneiras e culmina com as clímax.

Assim, encontram-se de um lado espécies que dependem de luminosidade e temperatura para sua germinação, estabelecimento, desenvolvimento e reprodução (pioneiras). No extremo oposto deste espectro de respostas, situam-se espécies que não suportam as condições de plena exposição a altas intensidades luminosas e de temperatura, necessitando germinarem e desenvolverem-se à sombra de outras árvores (clímax). Entre os dois extremos, entretanto, existe um grande número de espécies que apresentam características ou adaptações ecológicas intermediárias, quanto às exigências e tolerâncias à luz, variando também em relação ao aspecto considerado, seja a germinação, o estabelecimento, o desenvolvimento ou a reprodução (secundárias) (VACCARO, 1997).

Dessa forma, tem-se que, ainda seguindo a classificação em quatro grupos sucessionais, espécies tidas como pioneiras possuem elevado grau de intolerância à sombra, estão representadas em bancos de sementes, tendem a possuir anemofilia como síndrome de polinização e a ter frutos e sementes pequenos com dispersão anemocórica e zoocórica, além de possuírem um ciclo de vida muito curto, com crescimento muito rápido e madeira de baixa densidade (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000).

Já as espécies ditas secundárias iniciais, comparativamente às pioneiras, possuem uma menor intolerância à sombra, estão representadas em bancos de plântulas, tendem a possuir polinizadores específicos e a ter frutos e sementes maiores ainda também com dispersão anemocórica e zoocórica, além de possuírem um ciclo de vida menos curto, com crescimento menos acelerado e madeira mais densa (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000).

As espécies secundárias tardias são tolerantes à sombra quando em estágio juvenil, assim como as secundárias iniciais, encontram-se representadas em bancos de plântulas, possuem polinizadores específicos, entretanto, tendem a possuir frutos sempre leves, devido a dispersão predominantemente anemocórica, além de possuírem ciclo de vida longo, com crescimento moderado à lento e madeira medianamente densa (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000).

Já as espécies clímax, são tolerantes à sombra, também se encontram em bancos de plântulas, possuem polinizadores específicos, tendem a possuir frutos grandes cuja dispersão é zoocórica ou mesmo autocórica, além de possuir ciclo de vida muito longo, com crescimento lento à muito lento e madeira densa (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000).

Porém de acordo com Whitmore (1989), as espécies tropicais pertencem somente a dois grandes grupos ecológicos, sendo um grupo formado pelas espécies intolerantes à sombra (pioneiras) e outro formado pelas espécies tolerantes à sombra (não pioneiras). As demais variações, que eventualmente se observam, estariam abrangidas por toda essa dicotomia.

Levando em conta a classificação proposta por Whitmore (1989), pode-se afirmar que espécies arbóreas pioneiras apresentam um crescimento mais rápido do que as espécies arbóreas não pioneiras, possuindo assim densidades de madeira menores, indicando menores proporções dos componentes estruturais da parede celular (KING et al., 2005; POORTER et al., 2008; 2010).

De acordo com Rowell et al. (2005) a densidade da madeira apresenta uma relação diretamente proporcional com os teores de lignina e também uma relação direta entre teores de lignina e classificação das espécies em grupos da sucessão ecológica, exatamente devido às características das madeiras (FERRETTI et al, 1995).

Rodrigues (1995) afirma que a classificação sucessional de espécies florestais é um ponto muito polêmico em estudos de florestas tropicais, devido ao pouco conhecimento da autoecologia das espécies, que forneceria os dados necessários para sua classificação mais adequada.

2.3. Espécies Nativas

2.3.1 Sangra D'água (*Croton urucurana* Baill)

Árvore caducifólia pertencente à família Euphorbiaceae, com 7 a 14 metros de altura e de 25 a 35cm de diâmetro, copa aberta e tronco claro. Folhas simples, medindo entre 13,5 cm de comprimento por 10,5 cm de largura, palmatinervas, cordadas a oval-lanceoladas, látex cor de sangue (Figura 1).



Figura 1. (a) Exemplar de *Croton urucurana* Baill (b) Detalhe do látex de *C. urucurana*.
Fonte: CORADIN, 2016.

As flores são diclinas, pequenas, apresentam coloração amarelo-esverdeada e dispõem-se em inflorescências racemosas que podem ser de três tipos: somente masculinas, flores femininas e masculinas e, mais raramente, aquelas com flores masculinas e apenas uma flor feminina na base da inflorescência. O fruto é seco, capsular, que quando maduro possui coloração castanha. A semente é ovada pouco variegada, com colorações que variam do castanho ao preto, medindo, em média, 3,2mm de comprimento por 2,7mm de largura (LORENZI, 1992; PIRES et al, 2004; LÓPEZ, 2010).

É uma espécie pioneira, sendo de grande importância em reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas, como sombreadora de espécies mais tardias, especialmente na composição de matas ciliares, em solos secos, mesmo em regiões de cerrado. Encontra-se distribuída por vários biomas, Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado. (DURIGAN et al., 2002).

A planta apresenta também propriedades antibactericida, anti-hemorragica, antiviral e antioxidante sendo utilizada para combater úlceras no estômago e no intestino (LORENZI & MATOS, 2002).

Entre os componentes majoritários isolados em diferentes partes da planta (látex, folha e cascas) estão a catequina, já entre os compostos minoritários estão o alcaloide taspina, um lignano denominado dimetilcedrusina e diterpenos variados (SILVA,1999).

2.3.2. Canafístula (*Pelthoforum dubium*)

Árvore caducifólia pertencente à família Fabaceae, com 10 a 20 m de altura e 35 a 90 cm de DAP, de tronco cilíndrico, mais ou menos reto ou levemente curvo e achatado e com base acanalada e apresenta fuste com até 15 m de comprimento (Figura 2).

As folhas são compostas, bipinadas, alternas, de até 50 cm de comprimento por 25 cm de largura, com 16 a 21 pares de pinas, de cor verde-escura. Flores de coloração amarelo ou alaranjada, com até 2 cm de comprimento, em vistosas panículas ou racemos terminais ferrugíneos e tomentosos, medindo até 30 cm de comprimento. Fruto do tipo sâmara com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura, a cor variando de castanho- avermelhada a marrom e a semente de superfície lisa, brilhante, amarelo esverdeada (CARVALHO, 2002).

A espécie é uma secundária inicial, mas com características de pioneira, a canafístula é abundante em formações secundárias, mas com poucos indivíduos, geralmente de grande porte, ocupando o estrato dominante do dossel em floresta primária. Desempenha papel pioneiro nas áreas abertas, em capoeiras e em matas degradadas. É comumente encontrada colonizando pastagens, ocupando clareiras e bordas de mata. Pode ser encontrada no cerrado, caatinga e Mata Atlântica (CARVALHO, 2002).

Possui em suas folhas uma pequena percentagem de saponina, porém no lenho e na casca o teor deste componente é bastante elevado (MAINIERI & CHIMELO, 1989). Na casca os teores de tanino variam de 6 a 8 %, sendo essa presença mais elevada no lenho (SAKITA & VALLILO, 1990).

Os índios de várias etnias do Paraná e de Santa Catarina usam a casca do caule desta espécie, na forma de chá, como anticoncepcional (MARQUESINI, 1995).



Figura 2. Exemplar de *Pelthoforum dubium*.

Fonte: Jardineiro.net, 2017.

2.3.3 Jacarandá- de- Minas (*Jacaranda cuspidifolia*)

Pertence à família Bignoniaceae, apresenta altura de 5 a 10 m, com tronco de 30 a 40 cm de diâmetro, revestido por casca áspera e acinzentada. Folhas compostas bipinadas de 20-50 cm de comprimento, com 8 a 10 pares de pinas, com folíolos apresentando raque alada, com 10-15 pares de folíolos glabros, assimétricos e com ápice apiculado (Figura 3).

Esta espécie apresenta frutos do tipo cápsula septícida, arredondado-achatados, de cor paleácea. As flores tubulosas, dispostas em panículas terminais têm coloração roxa azulada.

A espécie é uma não pioneira, heliófita, ocorre raramente dentro de uma floresta primária densa. Sua dispersão é maior em formações secundárias do Triângulo Mineiro e noroeste de São Paulo, onde é facilmente notada durante a floração. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 1992; CAMPOE, 2008).

Possui em suas folhas e cascas a presença de cumarinas, esteroides, flavonoides e taninos (ARRUDA et al, 2012).

Apresenta propriedade inseticida, sendo a raiz usada no tratamento da sarna. É depurativa do sangue e usada em infecções bacterianas, como sífilis e gonorreia. A madeira, casca e folha são usadas no combate à febre (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000; SCALON et al., 2006).



Figura 3. Exemplar de *Jacaranda cuspidifolia*.

Fonte: Sítio da Mata.

2.3.4 Jatobá (*Hymenaea courbaril*)

Árvore pertencente à família Fabaceae de 15 a 20 metros de altura com copa ampla e densa, com tronco cilíndrico de até 1 metro de diâmetro revestido por casca com ritidoma lenticelado (Figura 4). Suas folhas alternas, compostas bifoliadas, com folíolos cartáceos, glabros, brilhantes, vão de 6 a 14 cm de comprimento. As flores brancas grandes, zigomorfas, diclamídeas, dispostas em racemos apicais curtos. O Fruto é um legume indeiscente, sublenhoso, marrom, com 2-4 sementes duras envoltas por uma polpa farinácea, de cor amarela, adocicada e com forte odor (KAGEYAMA et al., 1990; LORENZI, 1992).

É uma espécie clímax, pouco exigente quanto à fertilidade do solo, sendo muito indicada para plantios em área degradadas destinadas a recomposição da vegetação arbórea. Ocorre desde o Estado de Goiás até o Paraná (KAGEYAMA et al., 1990; CARVALHO et al, 2006).

Foram detectados a presença de diterpenos na resina exsudada pelo tronco e em extratos da casca da espécie (NOGUEIRA et al., 2001). Na folha e na casca também foram encontrados flavonóides, oligossacarídeos e catequinas (GONÇALVES, 2007).

A seiva da casca é usada contra a tosse, asma e bronquite e o chá da casca para problemas estomacais e para o tratamento de fungos dos pés (pé-de-atleta), e para lavagem de ferimentos da pele como cicatrizante (GONÇALVES, 2007).

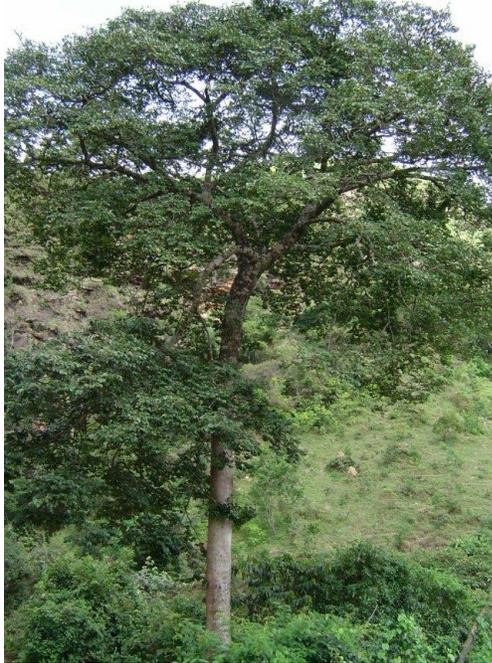


Figura 4. Exemplar de *Hymenaea courbaril*.

Fonte: Árvores do Brasil.

2.4. Madeira

A madeira é um material orgânico e seus constituintes químicos estão relacionados com suas propriedades. O conhecimento de sua composição química é importante para definição do uso deste material (SEVERO et al., 2010).

A composição química da madeira é formada por componentes fundamentais (celulose, lignina e hemiceluloses), que fazem parte da parede estrutural da madeira e componentes secundários ou acidentais que não fazem parte da formação da parede celular ou lamela média. Os componentes secundários são substâncias de baixa e média massa molar e estão classificados em dois grupos: orgânicos (extrativos) e inorgânicos (cinzas) (KLOCK et al, 2005).

Entre os componentes fundamentais a celulose é o componente majoritário, perfazendo, aproximadamente, a 50% da composição química das madeiras, tanto de coníferas, como de folhosas. Pode ser brevemente caracterizada como um polímero linear de alto peso molecular, constituído exclusivamente de β -D-glucose (Figura 5). Devido a suas propriedades químicas e físicas, bem como à sua estrutura supramolecular, preenche sua função como o principal componente da parede celular dos vegetais (KLOCK et al, 2005).

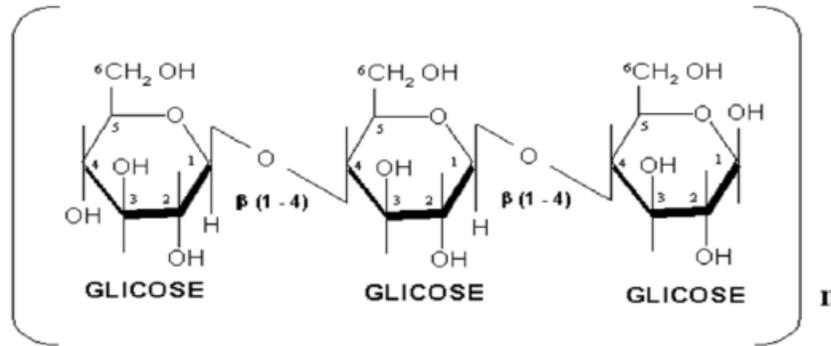


Figura 5. Polímero da Celulose.

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

Já as poliozes (hemiceluloses) estão em estreita associação com a celulose na parede celular. As unidades monossacarídicas constitutivas das hemiceluloses compreendem: D-xilose, D-manose, D-galactose, D-glucose, L-arabinose, ácido 4-*O*-metilglucurônico, ácido D-galacturônico e ácido D-glucurônico, sendo que, eventualmente, apresentam grupamentos *O*-acetil ligados às unidades pertencentes às cadeias principais e/ou laterais (Figura 6) (FENGEL & WEGNER, 1989). Algumas poliozes contêm, adicionalmente, ácidos urônicos. As cadeias moleculares são muito mais curtas que a de celulose, podendo existir grupos laterais e ramificações em alguns casos. As folhosas, de maneira geral, contêm maior teor de poliozes que as coníferas, e a composição é diferenciada (KLOCK et al, 2013).

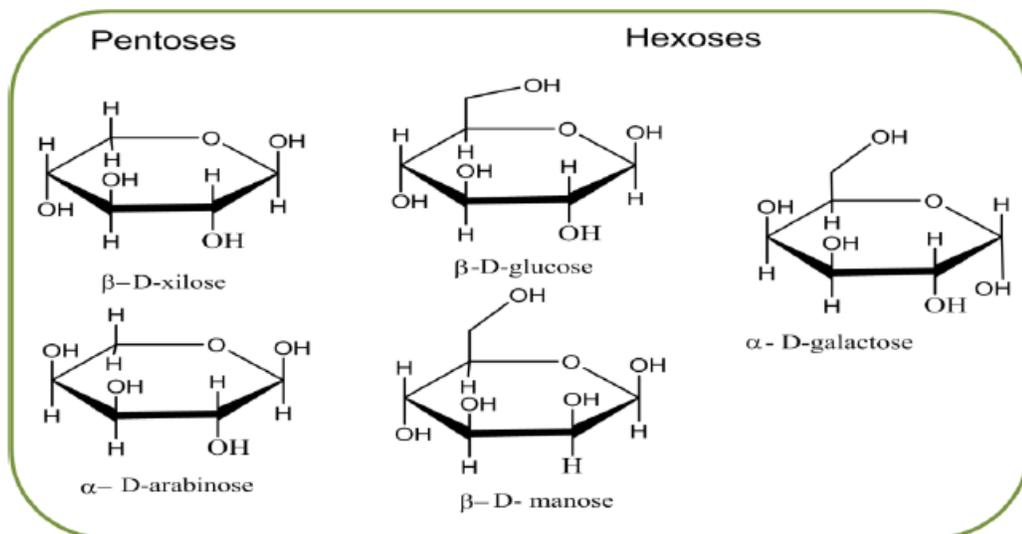


Figura 6. Unidades de açúcares da hemicelulose

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

A lignina é a terceira substância macromolecular componente da madeira. É um biopolímero complexo, com estrutura de natureza aromática e alto peso molecular. É composta por várias combinações de três tipos de resíduos: a lignina guaiacila (*G*), siringila (*S*) e *p*-hidroxifenila (*H*) (FENGEL & WEGENER, 1989). É originada a partir da oxidação

desidrogenativa de três álcoois *p*-hidróxi-cinâmicos: álcool cumarílico, álcool coniferil e álcool sinapílico (Figura 7) (RAES et al., 2003).

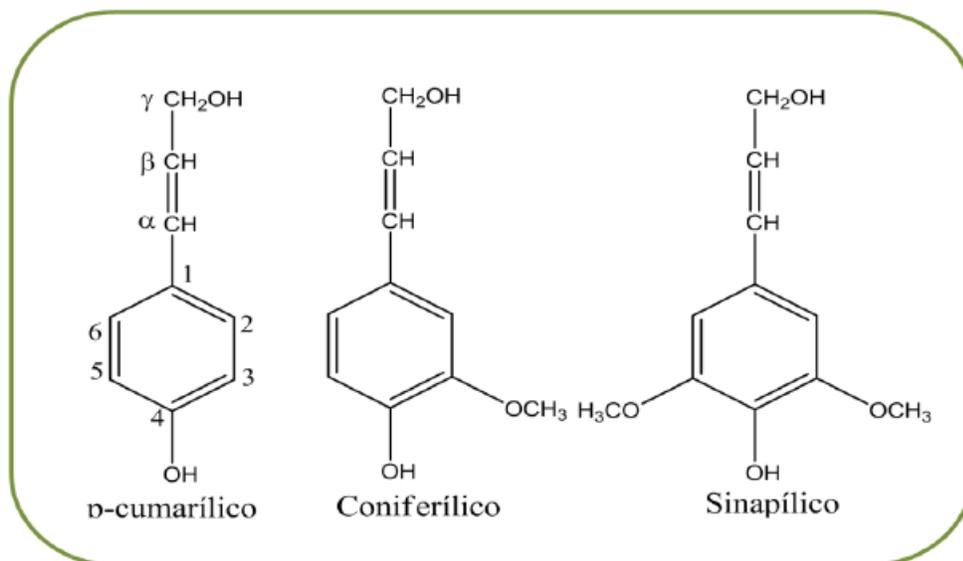


Figura 7. Álcoois precursores da lignina
Fonte: OLIVEIRA, 2011

Do ponto de vista morfológico a lignina é uma substância amorfa localizada na lamela média composta, bem como na parede secundária. Durante o desenvolvimento das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede, interpenetrando as fibrilas e assim fortalecendo, enrijecendo as paredes celulares. Há maior teor de lignina em coníferas do que em folhosas, e existem algumas diferenças estruturais entre a lignina encontrada nas coníferas e nas folhosas (KLOCK et al, 2005).

Junto com os componentes da parede celular existem numerosas substâncias que são chamadas de materiais acidentais ou estranhos da madeira. Estes materiais são responsáveis muitas vezes por certas propriedades da madeira como: cheiro, gosto, cor, etc. Embora estes componentes contribuam somente com uma pequena porcentagem da massa da madeira, podem apresentar uma grande influência nas propriedades e na qualidade de processamento (KLOCK et al, 2005).

2.4.1. Componentes Acidentais da Madeira

Os componentes acidentais são substâncias consideradas como não integrantes da parte estrutural da parede celular ou lamela média, que abrangem um vasto número de substâncias (FENGEL & WEGENER, 1984).

Estes componentes podem ser divididos em duas classes. A primeira classe engloba materiais conhecidos como extrativos por serem extraíveis em água, em solventes orgânicos neutros, ou volatilizados a vapor. A segunda classe engloba materiais normalmente não extraíveis nos agentes mencionados (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. O conteúdo e a composição desses variam entre as espécies de madeiras. Contudo ocorrem também variações, dependendo do sítio geográfico e da estação climática (FENGEL & WEGENER, 1984). Aproximadamente de 3 a 10% da madeira seca é constituída de extrativos sendo que, geralmente

para as madeiras de coníferas esse teor fica na faixa de 5 a 8% e para as folhosas de regiões temperadas na faixa de 2 a 4%, podendo chegar a valores superiores a 10% na madeira de espécies de regiões tropicais (KLOCK et al, 2005).

2.4.1.1. Extrativos

Os extrativos compõem uma extraordinária diversidade de compostos. As proporções exibem ampla variação e alguns desses componentes são encontrados em quantidade significativas em somente algumas espécies ou gêneros. Assim determinadas madeiras podem ser caracterizadas pela natureza e quantidade de seus extrativos. Os extrativos ocorrem na casca, folhas e acículas, flores, frutos e sementes e quase sempre as quantidades nessas partes da árvore são proporcionalmente maiores que na madeira (KLOCK et al, 2005).

As pesquisas sobre os extrativos da madeira têm tido sua motivação na descoberta e na caracterização de novas estruturas químico-orgânicas, classificação taxonômica de espécies, processos de crescimento da árvore, obtenção de novos produtos e subprodutos de valor comercial, e a determinação dos problemas quando de alguns usos da madeira (KLOCK et al, 2005).

Os extrativos têm sido classificados em vários grupos, com base principalmente nas suas características estruturais, nas suas propriedades físicas, quanto a sua solubilidade, e ainda de acordo com a família ou gênero botânico (FENGEL & WEGENER, 1984).

Considerando-se a composição química, em geral, os extrativos podem ser divididos em três grupos: Terpenos e terpenóides, Compostos alifáticos (principalmente graxas e ceras) e Compostos fenólicos (KLOCK et al, 2005). Outras substâncias encontradas nos extrativo da madeira são os carboidratos, glicosídeos e compostos nitrogenados (FENGEL & WEGENER, 1984).

A fim de identificar as possíveis classes dos extrativos, deve-se analisar fitoquimicamente os extratos quanto à presença dos grupos ou classes de metabólitos mais relevantes, o que compreende as etapas de isolamento, elucidação estrutural e identificação (BARBOSA, 2013).

Para a identificação de substâncias, podem-se realizar reações de caracterização diretamente sobre o tecido do material vegetal. Nos tecidos lenhosos, como na madeira, deve-se primeiro extrair as substâncias (extrativos) com um solvente adequado, para então caracterizá-las (BARBOSA, 2013).

As substâncias ou compostos químicos que ocorrem com bastante frequência nos vegetais lenhosos, como na madeira, são fenóis, flavonoides, alcaloides e derivados, terpenos, compostos cianogênicos, quinonas e outros (FENGEL & WEGENER, 1984; SANTOS, 2003; SIMÕES et al., 2003).

2.4.1.2. Terpenos e terpenóides

Os terpenos de acordo com LOBO (1976), são substâncias que tem uma relação estrutural com a unidade molecular do isopropeno (2-metilbutadieno) incluem compostos cíclicos e acíclicos (Figura 8) (ROWEL 1987; SANTOS, 2003). Segundo FENGEL & WEGENER (1984), os terpenos e seus derivados são grupos de substâncias que são encontrados tanto em plantas como em animais. As madeiras muitas vezes contêm quantidades apreciáveis de óleos voláteis, como a terebintina (presente nas coníferas) e resinas não voláteis (breu) (LEPAGE, 1986). Os terpenóides incluem os poliprenos que contém grupos característicos de vários tipos, como hidroxilos, carbonilos, alcalóides e ésteres (KLOCK et al, 2005).

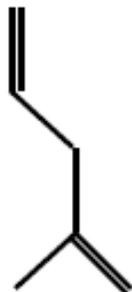


Figura 8. Molécula de Isopreno

Fonte: KLOCK, 2005.

As saponinas também chamadas saponosídeos, formam um grupo particular de heterosídeos derivados dos triterpenos tetracíclicos. São consideradas como tensoativos naturais, ou seja, possuem a capacidade de diminuir a tensão superficial de uma solução aquosa, assemelhando-se a um detergente (OLIVEIRA, 2011).

As saponinas, apesar de muito usadas na indústria farmacêutica como antifúngicos, espermicida e anti-inflamatórios, apresentam propriedades tóxicas aos seres humanos (VICKERY; VICKERY, 1981).

A classificação das saponinas geralmente é feita de acordo com o núcleo fundamental aglicona, podendo ser denominadas saponinas esteroidais ou triterpênicas (Figura 9) (SCHENKEL et al., 2003).

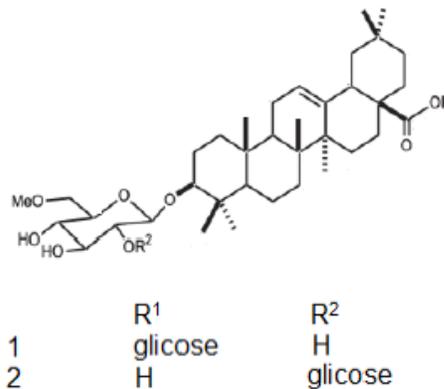


Figura 9. Exemplo de Saponina Triterpênica

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

Os esteróides são derivados cíclicos do isopreno, compostos complexos que possuem anéis de 5 a 6 átomos de carbono (Figura 10). Formam uma importante classe de compostos medicinais, à qual pertencem os hormônios, certas saponinas e alguns alcalóides.

O esteróide mais comum na madeira é o β -sitosterol, que aparece na forma livre ou ligado a um açúcar, formando um glicosídeo. (OLIVEIRA, 2011).

Estudos mostram que compostos desta classe apresentam atividade citotóxica, antitumoral, antiviral, antimalárica, antioxidante e anti-inflamatória (NASSER et al., 2009).

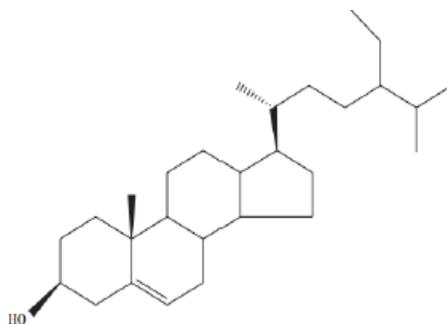


Figura 10. Exemplo de Esteróide

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

2.4.1.3. Compostos alifáticos

Dentre as substâncias alifáticas podem se destacar os ácidos graxos, álcoois alifáticos, ceras e graxas. Graxas são definidas como ésteres de ácidos carboxílicos tal como os glicerídeos, enquanto que as ceras são ésteres de ácidos de origem de álcoois de extensas cadeias carbônicas (Figura 11) (KLOCK et al, 2005).

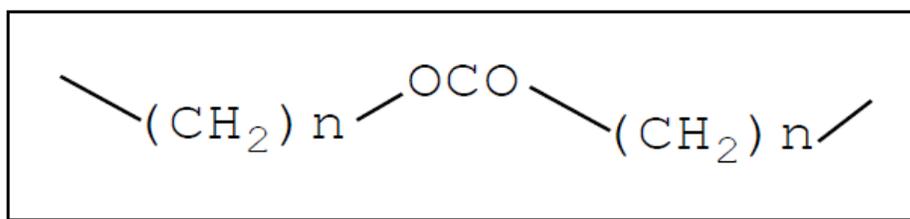


Figura 11. Exemplo de Cera

Fonte: KLOCK, 2005.

2.4.1.4. Compostos fenólicos

Os extrativos contêm um grande número de compostos fenólicos, alguns deles, resíduos e subprodutos da biossíntese da lignina, sendo, portanto, compostos heterogêneos. Taninos, estilbenos, lignanas, flavonóides, e quinonas, compõe algumas das classes das substâncias aromáticas (fenóis) encontradas na madeira (KLOCK et al, 2005).

Os flavonoides constituem uma importante classe de polifenóis, presentes em relativa abundância entre os metabólitos secundários de vegetais (Figura 12) (HARBORNE, 1989; HARBORNE & WILLIANS, 2000; ZUANAZZI; MONTANHA, 2003). Atualmente mais de 6000 diferentes flavonoides foram descritos (MARCHAND, 2002), sendo suas maiores classes os flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas, diidroflavonóis e chalconas (COOK, SAMMAN, 1996).

Os flavonóides estão presentes em todas as partes das plantas incluindo folhas, raízes, madeira, cascas, pólen, néctar, flores, bagos e sementes (OLIVEIRA, 2011) e sua presença nos vegetais está relacionada à proteção dos vegetais contra a incidência de raios ultravioleta e visível, proteção contra insetos, fungos, vírus e bactérias; atração de animais com finalidade de polinização; antioxidantes; controle da ação de hormônios vegetais; agentes alelopáticos e inibidores de enzima (HARBORNE, 1989; HARBORNE & WILLIANS, 2000).

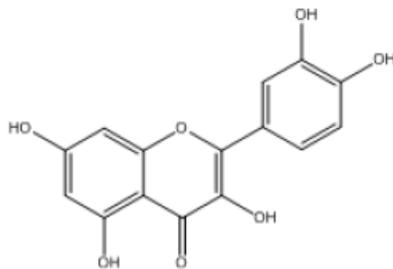


Figura 12. Exemplo de Flavonóide

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

Os taninos são compostos polifenólicos naturais, redutores e, portanto, oxidam-se com facilidade, tanto através de enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais, como cloreto férrico, resultando em substâncias coradas (OLIVEIRA, 2011).

Possuem alto peso molecular e as hidroxilas dos grupamentos fenólicos são capazes de formar ligações cruzadas com proteínas, formaldeído e outras moléculas (BARBOSA, 2013).

Os taninos são capazes de precipitar gelatina de uma solução, propriedade conhecida como adstringente (SCALBERT, 1991). Essa propriedade se manifesta em ações farmacológicas, por uma retração do tecido lesado e precipitação de proteínas, formando uma camada protetora que possibilita o processo de cicatrização, associado a uma ação hemostática e antinfeciosa.

São divididos em taninos hidrolisáveis, que após hidrólise formam ácido gálico ou elágico, e em taninos condensados ou proantocianidinas, derivados da catequina (Figura 13) (LEPAGE, 1986; PIZZI, 1994). Várias espécies de leguminosas apresentam alto teor de taninos, principalmente na casca (BARBOSA, 1990; COUTO et al., 1999).

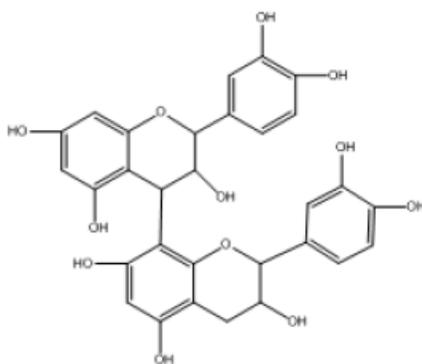


Figura 13. Exemplo de Taninos condensados.

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

As quinonas são anéis aromáticos com duas substituições cetônicas, estruturas fenólicas contendo dois grupos carbanil, encontradas na natureza, especialmente em cascas e raízes, e também como resultado do metabolismo de fungos (Figura 14) (FALKENBERG, 2003; THOMSON, 1971).

As quinonas são altamente reativas, possuem cor marrom-escuro e respondem pela reação de coloração acastanhada, quando frutas ou vegetais são cortados ou injuriados (SCHMIDT, 1988).

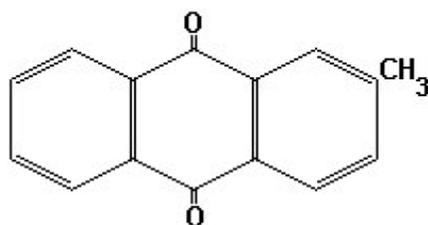


Figura 14. Exemplo de Quinona.

Fonte: PASTORE, 2004.

As cumarinas são substâncias fenólicas produzidas através da fusão de anéis aromáticos benzênicos com anéis α -pirona (Figura 15) (O'KENNEDY & THORNES, 1997). É encontrada na forma livre ou glicosídica, em 150 diferentes espécies, distribuídas por cerca de 30 famílias, dentre elas, Fabaceae, Rubiaceae, Rutaceae e Moraceae (PANIZZA, 1998). São muito conhecidas as suas propriedades antitrombóticas, anti-inflamatórias e vasodilatadoras (NAMBA et al., 1988). A cumarina apresenta aroma característico de feno, que se intensifica à medida que a planta vai secando e se libertando da ligação glicosídica (GONÇALVES, 2007).

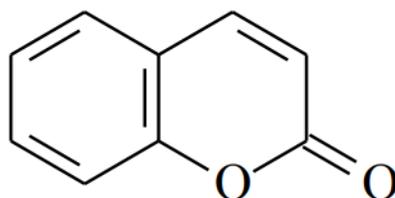


Figura 15. Exemplo de Cumarina.

Fonte: DIAS, 2015.

As catequinas são flavonóides da classe dos flavanóis, apresentando um esqueleto básico do fenilbenzopirano, sem a carbonila no carbono 4 e sem insaturação na ligação do carbono 2 e 3 (Figura 16). Apresenta uma hidroxila obrigatória no carbono 3, caracterizando-as como flavan-3-ol. Estas são consideradas intermediárias, juntamente com as leucoantocianidinas, na síntese de taninos condensados (NEIVA et al., 2003; SANTOS & MELLO, 2007). As catequinas são potentes antioxidantes, sequestrantes de radicais livres, quelantes de metais e inibidores de peroxidação (SHIMITZ et al, 2005).

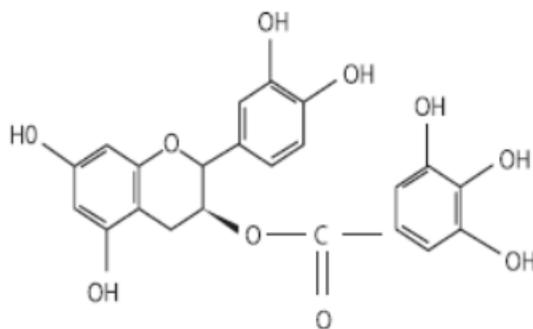


Figura 16. Exemplo de Catequina.

Fonte: LAMARÃO, 2009.

2.4.1.5. Compostos Nitrogenados

Nas substâncias nitrogenadas estão incluídos os alcalóides, aminoácidos, e proteínas que detém alto peso molecular (FENGEL & WEGENER 1984). Os alcalóides são compostos nitrogenados heterocíclicos, cujo exemplo bastante conhecido é a morfina, um dos primeiros alcalóides isolados em 1805 da *Papaver somniferum* (FESSENDEN, 1982), tendo a codeína e heroína como seus derivados (Figura 17). São os metabólitos secundários que apresentam a maior diversidade estrutural, sendo conhecidos mais de 5000 compostos, a maior parte deles presentes nas plantas. Possuem elevada ação fisiológica, sendo muito usados na produção de anestésicos, estimulantes, antibióticos (OLIVEIRA, 2011).

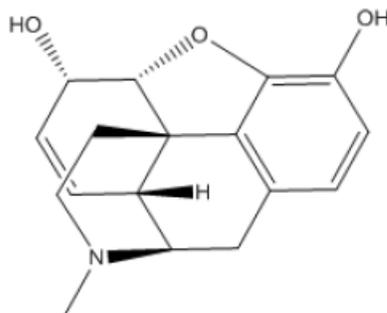


Figura 17. Exemplo de Alcalóide.

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

2.4.1.6. Glicosídeos

Os heterosídeos cianogênicos são compostos resultantes da ligação covalente formada entre uma ou mais unidades de açúcar e outra estrutura diferente, chamada de aglicona (Figura 18) (SANTOS, 2003). Fazem parte do sistema de defesa contra herbívoros, insetos e moluscos (RADOSTITS et al., 2000).

A planta que possui esses compostos se torna tóxica pois o composto pode ser convertido em seus subprodutos (glicose, ácido cianídrico e acetona) pela ação enzimática produzida pela flora intestinal (LIENER, 1969; LINDNER, 1995; SHIBAMOTO & BJELDANES, 1993).

Em relação aos efeitos em animais e humanos, pode-se afirmar que todos os glicosídeos cianogênicos oferecem perigo à saúde devido à produção de ácido cianídrico por hidrólise (espontânea ou enzimática). Em animais, a toxicidade aos glicosídeos cianogênicos das plantas difere conforme a sensibilidade da espécie animal, a dose do composto na planta e a taxa de produção de HCN a partir dos glicosídeos cianogênicos, entre outros (VETTER, 2000).

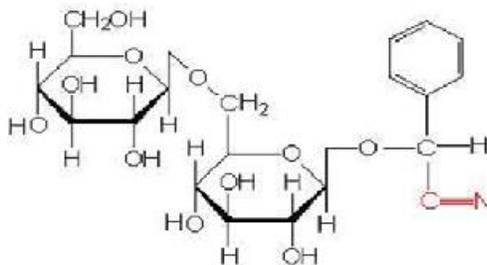


Figura 18. Exemplo de Heterosídeo Cianogênico

Fonte: AMORIM, 2006.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As amostras de madeira foram coletadas na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi – SP, pertencente à Universidade de São Paulo. Localizada a 22°47' de latitude Sul, 48°09' de longitude Oeste e 500 metros de altitude. Utilizou-se quatro indivíduos adultos de cada uma das respectivas espécies *Croton Urucurana* Baill, *Pelthoforum dubium*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Hymenaea courbaril*, das quais foram retiradas amostras de madeira da base (junto ao colo da árvore) e de outras quatro diferentes posições (25%, 50%, 75% e 100% da altura do fuste). Estas amostras foram misturadas formando uma única amostra de madeira para cada espécie.

3.2. Preparação dos Extratos

Empregou-se o aparelho de soxhlet, utilizando-se 6,00g de amostra. Acondicionou-se o material em um cartucho confeccionado com papel filtro e colocou-se dentro do tubo de extração. Colocou-se o solvente em um balão de 1000 ml. O tempo de extração para os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol foi de 48h ininterruptas. Logo após esse período, concentrou-se o balão de vidro contendo o material solúvel em um rotavapor. Transferiu-se os concentrados para um recipiente até a completa evaporação do solvente em temperatura ambiente (ABREU et al., 2006).

3.3. Abordagem Fitoquímica

Os testes fitoquímicos visando à identificação dos componentes acidentais presentes nas madeiras nesse estudo foram realizados com base nas metodologias propostas por COSTA et al (1995), MATOS (1997) e RODRIGUES (2010). As análises foram feitas a partir da madeira bruta, do extrato hidrofílico (metanol) e do extrato lipofílico (cicloexano). Todos os testes foram realizados em duplicata.

3.3.1. Testes para o Extrato Hidrofílico

3.3.1.1. Determinação de Fenóis e Taninos

Colocou-se 2,0 ml de solução preparada a partir do extrato em tubo de ensaio, adicionou-se 2 ml de água e 3 gotas de FeCl₃. O surgimento de precipitados de coloração vermelha indica a presença de fenóis, precipitado de coloração azul indica presença de taninos pirogálicos e precipitado verde de taninos condensados.

3.3.1.2. Determinação de Antocianinas, Antocianidinas e Flavonóides

Colocou-se 2,0 ml da solução preparada a partir do extrato em 3 tubos de ensaio, condicionou-se um deles a pH 3, outro a pH 8,5 e o terceiro a pH 11. O resultado positivo é observado de acordo com o aparecimento de cores conforme a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Reações para identificação de antocianinas, antocianidinas e flavonóis

Constituintes	pH 3	pH 8,5	pH 11
Antocianinas e antocianidinas	Vermelho	Lilás	Azul Púrpura
Flavonas, Flavonóis e Xantonas	-	-	Amarelo
Chalconas e auronas	Vermelho	-	Vermelho Púrpura
Flavanonóis	-	-	Vermelho Laranja

3.3.1.3.Determinação de Leucoantocianidinas, Catequinas e Flavonas

Colocou-se 2 ml da solução preparada a partir do extrato em dois tubos de ensaio, em um deles adicionou-se 2 ml de HCl até obtenção de pH 1-3 e no outro adicionou-se NaOH até obtenção do pH 11. Aqueceu-se os tubos e observou-se o aparecimento de cores de acordo com a Tabela 2 abaixo:

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

Constituintes	pH 3	pH 11
Leucoantocianidinas	Vermelho	-
Catequinas	Pardo- amarelado	-
Flavanonas	-	Vermelho - laranja

3.3.1.4.Determinação de Flavonóis, Flavanonas, Flavanonóis e Xantonas (Teste de Shinoda)

Colocou-se 2 ml da solução preparada a partir do extrato em um tubo de ensaio, adicionou-se pequenas tiras de fita de magnésio e 0,5 ml de HCl concentrado. O teste é positivo quando ocorre o aparecimento de coloração avermelhada.

3.3.1.5.Determinação de Esteróides e Triterpenóides (Teste de Liebermann- Burchard)

Realizou-se uma extração líquido-líquido da solução preparada a partir do extrato com clorofórmio. Na solução resultante adicionou-se 1 ml de anidrido acético e 3 gotas de H₂SO₄ concentrado. O aparecimento de coloração azul seguida de verde que indica esteróides livres, já coloração parda até vermelha indica triterpenóides pentacíclicos livres.

3.3.1.6.Determinação de Saponinas

Adicionou-se uma pequena quantidade do extrativo à 2 ml de água destilada em um tubo de ensaio e agitou-se vigorosamente durante por 2 minutos. A confirmação de saponinas é feita através do aparecimento de espuma persistente.

3.3.1.7.Determinação de Resinas

Extraiu-se o extrato bruto com o menor volume possível de etanol, adicionou-se 3 ml desta solução etanólica em um tubo de ensaio, ao qual adicionou-se água. A presença de resina é indicada pela formação de precipitado floculoso que se aglomera após agitação.

3.3.1.8.Determinação de Alcalóides

Na alíquota de 2ml da solução preparada a partir do extrato adicionou-se NH_4OH concentrado até se atingir pH 11. Fazendo-se a separação das bases orgânicas com éter: clorofórmio (3:1) utilizando um funil de separação. A fase orgânica foi extraída com HCl 0,1 N, sendo a solução aquosa ácida resultante dividida em 2 tubos de ensaio e adicionou-se em 3 gotas de reagentes Mayer em um tubo e de Dragendorff no outro. A formação de precipitado floculoso indica positivo para alcalóides.

3.3.2. Testes para o Extrato Lipofílico

Antes de iniciar os testes do extrato lipofílico deve-se separar as bases orgânicas. Para essa separação retiraram-se as bases orgânicas do extrato com 3 extrações sucessivas de HCl 0,1N e uma lavagem com água em funil de separação, separando-se a fase aquosa. Reservou-se a fase orgânica. Alcalinizou-se a fase aquosa com NH_4OH até atingir pH 11 e extraiu-se as bases orgânicas com solução éter-clorofórmio, reservando-se a fase aquosa. Separou-se a solução éter-clorofórmio em duas porções iguais. Retomou-se as bases contidas na metade da solução éter-clorofórmio com HCl 1N em um funil de separação. Reservou-se a fase aquosa para o seguinte teste:

3.3.2.1.Determinação de Alcalóides

Separou-se a solução ácida do item anterior em dois tubos de ensaio e acrescentou-se os reagentes de Mayer e Dragendorff, a formação de precipitado floculoso é indicativo de alcalóides.

Para realizar os testes seguintes deve-se fazer a separação de ácidos fortes, para isso retomou-se a fase orgânica privada de base reservada no item separação de bases orgânicas. Tratou-se com 4 ml de NaHCO_3 a 2% e 2 ml de água destilada em um funil de separação. Reservou-se a fase orgânica para o item separação dos ácidos fracos e fenóis. A partir da fase orgânica obtida anteriormente extraiu-se em um funil de separação os ácidos fracos e fenóis com NaOH a 2% e água. Acidulou-se a fase aquosa até pH 2-3 com HCl concentrado. Extraiu-se os ácidos e fenóis livres com éter etílico. Lavou-se a fase orgânica com água e esta foi utilizada para os seguintes testes:

3.3.2.2.Determinação de Constituintes Fenólicos

Concentrou-se metade da solução etérea obtida no item anterior e redissolveu-se em 10 ml de álcool etílico. Aplicou-se os testes descritos nos itens 3.3.1.1 ao 3.3.1.4 nessa solução.

3.3.2.3.Determinação de Antraquinonas

Retirou-se uma alíquota de 2 ml da segunda metade da solução etérea e adicionou-se 2 ml de NH₄OH a 2% e observou-se o aparecimento de fases. A coloração vermelha na fase aquosa alcalina indica positivo para hidroxiquinonas.

3.3.2.4.Determinação de Cumarinas

Concentrou-se o restante da solução etérea e redissolveu-se em álcool etílico. Fez-se duas manchas com a solução obtida em um papel de filtro e aplicou-se em uma delas uma gota de KOH 1N. Cobriu-se parcialmente as manchas e expôs-se à luz ultravioleta (UV) por 2 minutos, descobriu-se as manchas. A presença de fluorescência azulada forte na mancha alcalinizada sobre a luz UV indica cumarina.

3.3.3. Testes Para Madeira Bruta

3.3.3.1.Determinação de Heterosídeos Cianogênicos

Colocou-se 0,5 gramas da amostra de madeira em recipiente fechado com 25,0 ml de água e 1,0 ml de ácido sulfúrico 1N e 0,1 grama de hidróxido de sódio, mantendo-se a mistura em banho-maria por duas horas. O aparecimento de coloração vermelho-castanha indica resultado positivo.

3.3.3.2.Determinação de Alcalóides

Filtrou-se a mistura obtida no item anterior e procedeu-se de acordo com as instruções descritas no item 3.3.1.8. O aparecimento de precipitado floculoso indica a presença de alcalóides.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os heterosídeos cianogênicos não foram detectados nas madeiras das espécies estudadas (Tabela 3). Esse resultado é explicado pela ausência da coloração vermelho-castanho no sobrenadante da solução. As plantas que possuem esses compostos se tornam tóxica, pois o composto pode ser convertido em seus subprodutos (glicose, HCN e acetona) pela ação enzimática produzida pela flora intestinal, o cianeto liberado inibe a enzima citocromoxidase, essencial no processo de respiração celular ((LIENER, 1969; LINDNER, 1995; SHIBAMOTO & BJELDANES, 1993, NÓBREGA JÚNIOR et al., 2006).

Tabela 3. Resultados da triagem fitoquímica em madeira das espécies estudadas.

Constituintes	Madeira			
	Sangra d'água	Canafístula	Jacarandá	Jatobá
Heterosídeos cianogênicos	-	-	-	-
Alcaloides	+	+	+	-

Legenda: + = presença; - = ausência;

Pode-se observar que alcalóides, compostos fenólicos e triterpenóides foram encontrados em todos os extratos hidrofílicos das espécies estudadas (Tabela 4) (Figura 19 e 20). Os alcaloides

são bastante ativos em plantas, representam a classe de metabólitos secundários com maior diversidade estrutural (RODRIGUES, 2010). Em alguns casos os alcalóides funcionam nas plantas como protetores contra-ataques de pragas e doenças, apresentam também uma ampla gama de atividades anestésicas, analgésicas, antitérmicas, anticolinérgicas, antitussígenas, estimulantes do sistema nervoso central, entre outras (SIMÕES, 2007; BARBOSA-FILHO et al., 2006). Os triterpenóides estão presentes em uma grande variedade de folhosas de zonas temperadas e tropicais, o número desta substância detectado em folhosas é relativamente alto, sendo que algumas delas parecem ser específicas para uma espécie, como é o caso do gilvanol para *Quercus gilva* (LATORRACA, 2002). Os terpenóides são antibactericidas, antifúngicos, antivirais e apresentam ações contra protozoários (KUBO, 1994; CICHEWICZ & THORPE, 1996; BALANDRIN, 1985).

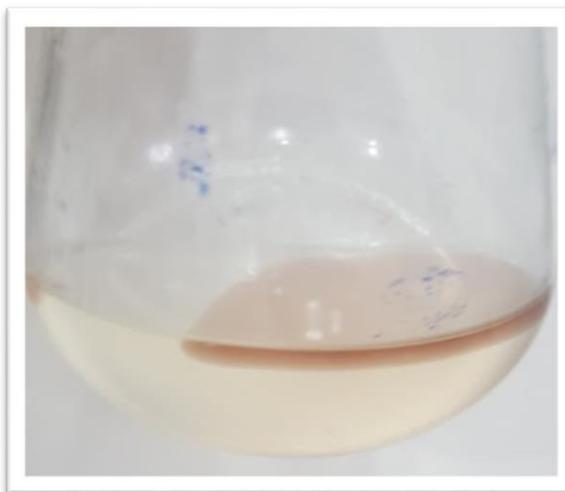


Figura 19. Positivo para Triterpenóides.

Dentre os compostos fenólicos, identificou-se a presença de taninos na canafístula e no jacarandá (Tabela 4) (Figura 20). Os taninos são compostos com estrutura polifenólica complexa, ocorrem na maioria das cascas e em algumas madeiras, mas em somente poucas espécies em quantidade suficiente para exploração econômica, têm maior produção em plantas lenhosas do grupo das Angiospermas e (com menor frequência) das Gimnospermas, são responsáveis pela maior resistência das plantas contra o ataque de microrganismos patogênicos (KLOCK et al, 2005). A presença de taninos está relacionada com a ação medicinal para doenças gastrointestinais, pois sua característica adstringente se mostra eficaz no tratamento de diarreias (ALMEIDA et al, 1995). Os taninos também apresentam atividades antimicrobiana, antiviral, antifúngica e antisséptica (MONTEIRO et al, 2005).

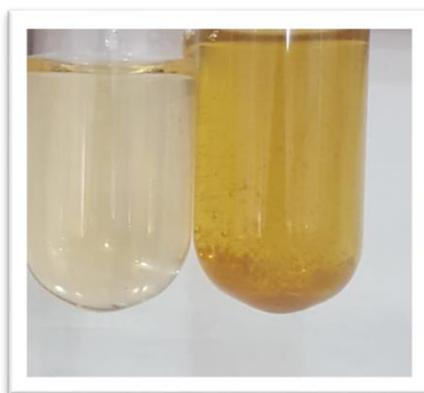


Figura 20. Indicativo de presença de fenóis

Tabela 4. Resultados da triagem fitoquímica em extrato hidrofílico das espécies estudadas.

Constituintes	Extrato hidrofílico			
	Sangra d'água	Canafístula	Jacarandá	Jatobá
Alcaloides	+	+	+	+
Taninos	-	+	+	-
Fenóis	+	+	+	+
Antocianinas e Antocianidinas	-	-	-	-
Flavonas, Flavonóis, Xantonas	+	+	+	+
Chalconas, Auronas	-	-	-	-
Flavanonóis	-	-	-	-
Leucoantocianidinas	-	-	-	-
Catequinas	+	-	+	+
Flavonóis, Flavononas, Flavanonóis e Xantonas	+	+	-	+
Esteróides	-	-	-	-
Triterpenóides	+	+	+	+
Saponinas	-	+	+	-
Resinas	-	-	-	-

Legenda: + = presença; - = ausência;

O teste para flavonas, flavonóis e xantonas foi positivo para todas as espécies (Figura 22). Nos testes para flavanonóis não se observou a presença desses compostos. Os ensaios posteriores para confirmação dos resultados para flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas foram positivos para todas as espécies exceto jacarandá, com esse resultado constata-se que nessa espécie ocorre somente a presença flavonas (Figura 21).

Os flavonóides representam um dos grupos fenólicos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem natural (VALIM et al., 2007). Diversas funções são atribuídas aos flavonóides nas plantas, entre elas pode-se citar proteção dos vegetais contra a incidência de raios ultravioletas e visível, contra herbívoros, fungos, vírus e bactérias, atuam como atraentes de animais polinizadores, antioxidantes, controle de hormônios vegetais, agentes alelopáticos e inibição de enzimas (SIMÕES, 2007). Os flavonóides também apresentam efeitos, antiulcerogênico, citotóxico, antineoplásico, antihepatotóxico, anti-hipertensivo, hipolipidêmico, anti-inflamatório, antiplaquetário (MACHADO et al, 2008). Atualmente mais de 6000 diferentes flavonóides foram descritos (MARCHAND, 2002).

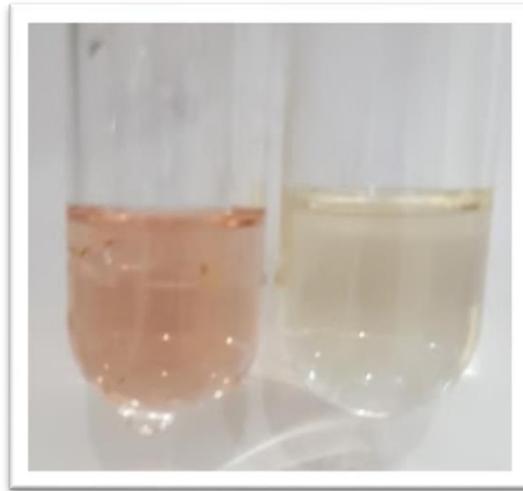


Figura 21.Positivo para teste de Shinoda



Figura 22. Positivo para flavonas, flavonóis e xantonas

Somente a canafístula não apresentou catequina (Figura 23). Que são flavonoides da classe dos flavanóis, são consideradas intermediárias, juntamente com as leucoantocianidinas, na síntese de taninos condensados (NEIVA et al, 2003; SANTOS, 2007; MELLO, 2007). As catequinas são potentes antioxidantes, sequestrantes de radicais livres, quelantes de metais e inibidores de peroxidação (SHIMITZ et al, 2005).

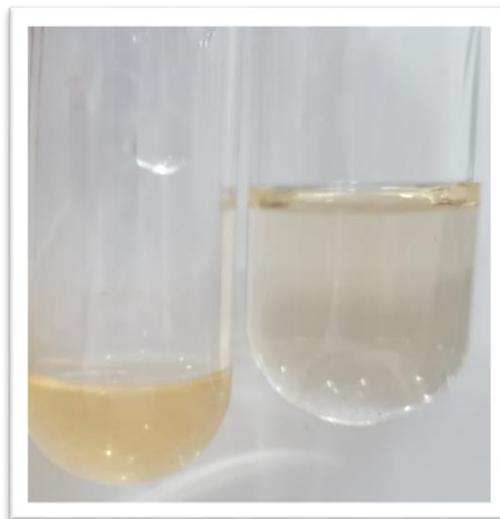


Figura 23. Positivo para catequinas

As saponinas encontram-se presentes na canafístula e jacarandá, caracterizam-se por apresentar propriedade tensoativa, podem formar complexos com proteínas e fosfolipídios da membrana celular, determinando suas ações biológicas (Tabela 4). Essa propriedade pode alterar a permeabilidade das membranas, podendo ajudar na absorção de substâncias ou pode destruí-la, indicando uma característica tóxica (SCHENKEL et al, 2007). A atividade hemolítica das saponinas, que faz parte do sistema de proteção do vegetal contra-ataques de predadores (insetos,

vírus, fungos e bactérias), está ligada a muitas das atividades antibacteriana, antifúngica e espermicida, apresentadas por uma variedade de plantas (LACAILLE-DUBOIS & WAGNER, 1996).

Apesar de não ter sido detectado a presença de chalconas nas espécies estudadas, estes compostos são de grande importância no metabolismo das plantas que as possuem, são intermediárias na formação de todos os flavonóides. A chalcona também pode ser convertida em aurona, um outro composto flavonóide que não foi encontrado em nenhuma das espécies. (COSTA, 1995).

Outra classe não identificada foram as resinas. Geralmente as resinas de madeiras de folhosas estão localizadas nas células de parênquima do raio que estão conectados com os vasos. São constituídas geralmente por gorduras, ceras e esteróides (LATORRACA, 2002).

Na Tabela 5 encontram-se os constituintes observados nos extratos lipofílicos das 4 espécies estudadas, na qual pode-se observar que não se obteve indicativo da presença de classes de metabólicos secundários para a maior parte dos testes realizados.

Tabela 5. Resultados da triagem fitoquímica em extrato lipofílico das espécies estudadas.

Constituintes	Extrato lipofílico			
	Sangra d'água	Canafístula	Jacarandá	Jatobá
Alcaloides	-	-	+	+
Taninos	-	-	-	-
Fenóis	+	-	-	-
Antocianinas e Antocianidinas	-	-	-	-
Flavonas, Flavonóis, Xantonas	-	-	-	-
Chalconas, Auronas	-	-	-	-
Flavanonóis	-	-	-	-
Leucoantocianidinas	-	-	-	-
Catequinas	-	-	-	-
Flavonóis, Flavononas, Flavanonóis e Xantonas	-	+	-	-
Esteróides	-	+	-	-
Triterpenóides	-	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-	-
Cumarinas	-	-	-	-

Legenda: + = presença; - = ausência;

A espécie sangra d'água apresentou resultado positivo para fenóis confirmando o resultado anteriormente obtido para o extrato lipofílico. O mesmo ocorreu para jacarandá e jatobá, no qual detectou-se a presença de alcalóides, confirmando o resultado obtido anteriormente.

Na canafístula verificou-se a presença de esteróides, que fazem parte de um dos maiores grupos de metabólitos secundários (terpenos) (Figura 24). Estudos mostram que compostos desta classe apresentam atividade citotóxica, antitumoral, antiviral, antimalárica, antioxidante e anti-inflamatória (NASSER et al., 2009). Os esteróides vegetais são importantes agentes anti-inflamatórios, podendo possuir propriedades antissépticas e analgésicas semelhantes às da aspirina (ATHERTON, 1997).

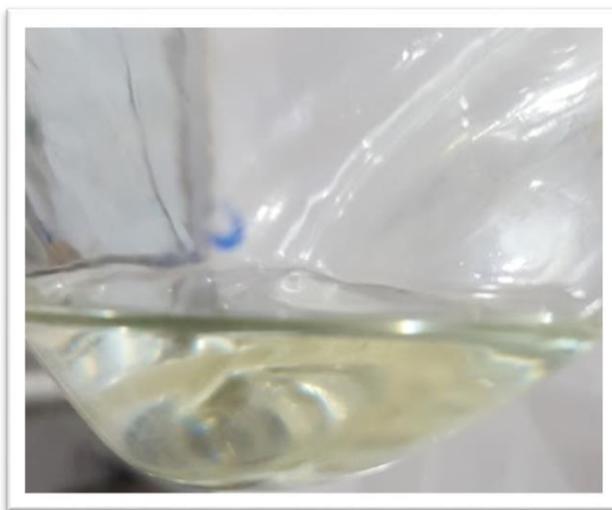


Figura 24. Positivo para esteróides

Uma classe de substâncias bastante difundida, mas que não foi identificada pelos testes realizados foram as cumarinas. Apresentam efeitos marcantes na fisiologia dos vegetais, afetam a fotossíntese e a fotofosforilação, reduzem a síntese de glicose e inibem os passos iniciais da biossíntese da clorofila. Dentre os efeitos fisiológicos, alteração na regularização do crescimento das plantas e na germinação das sementes (COSTA, 1995).

Pode-se verificar que as classes de metabólitos presentes na Sangra d'água são alcalóides, fenóis e terpenóides. Já a canafístula e o jacarandá, apresentam saponina, além desses compostos. No jatobá foram identificadas as mesmas classes de metabólitos presentes na sangra d'água (Figura 25).

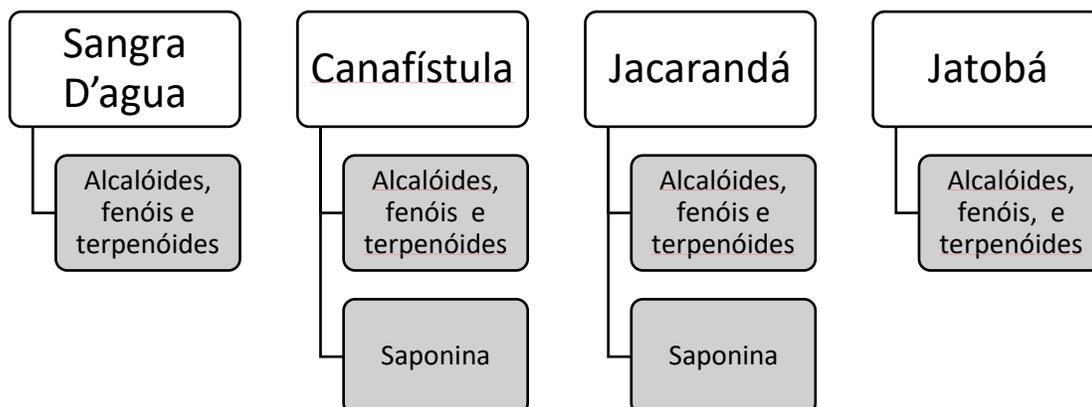


Figura 25. Classes de metabólitos presentes nas espécies estudadas

Os compostos fenólicos são compostos oriundos do metabolismo secundário vegetal e podem ocorrer na parede celular dos tecidos vegetais, funcionando como substrato para as peroxidases e polifenoloxidasas (CAMPOS & SILVEIRA, 2003). A ocorrência desses compostos geralmente encontra-se associada às respostas vegetais à herbivoria (HENG-MOSS et al., 2004), as quais compreendem a polimerização desses compostos na parede celular, constituindo assim a mais rápida linha de defesa vegetal às lesões e infecções (MATERN & KNEUSEL, 1988). Espécies de crescimento lento (não pioneiras) ocorrem em locais com baixos recursos favoráveis ao seu desenvolvimento e que possuem baixo reaproveitamento de matéria vegetal pelo processo de senescência (CHAPIN, 1980). Esse fato é devido à ocorrência predominante de ligninas e taninos nos tecidos vegetais. Assim, tais compostos, mesmo sendo custosos ao metabolismo do indivíduo, ao menos garantem proteção suficiente ao desenvolvimento do mesmo frente às altas chances de herbivoria, devido ao seu crescimento mais lento. Essa proteção se caracteriza em maior rigidez, conseqüentemente, maior dificuldade de ingestão e na constituição de tecidos vegetais menos palatáveis, conseqüentemente, a longo prazo, na menor procura por tal recurso vegetal por parte dos herbívoros (CHAPIN, 1980; COLEY et al., 1985; COLEY, 1988; OSUNKOYA et al., 2008).

Assim, plantas com menor taxa de crescimento (não pioneiras), estarão facilmente submetidas ao sombreamento causado por espécies de crescimento mais acelerado, portanto com folhas com maior tempo de vida, geralmente maiores, mas com defesas que possibilitam menores riscos à herbivoria (COLEY et al., 1985; COLEY, 1988). Já as plantas de crescimento rápido possuem em seus tecidos vegetais compostos denominados de defesas móveis, pois possuem compostos que são reabsorvidos após transcorrido o tempo de vida útil do tecido vegetal (COLEY et al., 1985; COLEY, 1988). Tais compostos são menos dispendiosos ao metabolismo vegetal e, portanto, característicos das plantas de crescimento mais acelerado (pioneiras).

As espécies secundárias canafístula e jacarandá podem ser confirmadas como espécies não pioneiras, pois apresentaram saponinas que são compostos mais pesados que auxiliam na defesa

das plantas. A sangra d' água, que é pioneira, possui como principal mecanismo de defesa compostos fenólicos, que são mais leves, sendo, portanto, considerada pioneira. O jatobá apesar de ser uma espécie considerada clímax, possui o mesmo perfil fitoquímico da sangra d'água. Este fato pode corroborar com o estudo elaborado por JANEIRO (2011) que relatou que esta espécie apresenta tendência ao comportamento pioneiro.

5. CONCLUSÃO

- A prospecção fitoquímica realizada na madeira de espécies nativas da mata atlântica permitiu a identificação de vários metabólitos secundários.
- Este estudo pode sugerir possíveis ações farmacológicas das espécies estudadas, além de permitir a melhor identificação de seus princípios ativos.
- Os testes fitoquímicos permitiram identificar os metabólitos secundários presentes nas madeiras das espécies em cada estágio sucessional.
- A espécie Jatobá considerada clímax apresentou classes metabólicas semelhantes à uma espécie pioneira. Estudos de mais espécies se faz necessário, para que se haja uma maior base comparativa e assim uma melhor elucidação dos resultados relacionados a diferenciação entre os estágios sucessionais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A MATA ATLÂNTICA. **Dossiê mata atlântica**. São Paulo, 1992. 119p.
- ALMEIDA, C.F.C.B., ALBUQUERQUE, U.P. Uso e conservação de plantas e animais medicinais no estado de Pernambuco: um estudo de caso no Agreste. **Interciência**, Venezuela, v.27, n.6, p. 276-285, 2002.
- ARAUJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. Santa Maria.
- ARAUJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de Floresta Estacional Decidual**
- ARRUDA, A. L. A. et al. Análise fitoquímica e atividade antimicrobiana de extratos metanólicos de Jacaranda cuspidifolia Mart.(Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p. 276-281, 2012
- BALANDRIN, M. F. Natural Plant Chemicals: Sources of Industrial and Medicinal Materials. Science, New York, v. 228, p. 1154-1160, 1985.
- BARBOSA, A. P. et al. Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das Classes de Compostos Presentes na Casca de Espécies Arbóreas. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 1, n. 03, p. 47-57, 2013.
- BARBOSA-FILHO, J. M.; et. al. Antiinflammatory activity of alkaloids: a twenty-century review. R. Bras. Farmacog., v. 16, n. 1, p. 109-134, 2006.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. L. Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenoloxidase em plantas. **Comunicado Técnico**, 87. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003.

CARPANEZZI, Antonio A.; MARQUES, Luciano CT. Germinação de Sementes de jutaí – açu (*Hymenaea courbaril* L.) e de jutaí- mirim (*H. parvifolia* Huber) escarificadas com ácido sulfúrico comercial. **Embrapa Amazônia Oriental – Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1981.

CARVALHO, Paulo Ernani R., Canafístula. **Embrapa – Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2002.

CARVALHO, L. R. de; SILVA, E. A. A. da; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 02, p. 15-25, 2006.

CHAPIN III, F. S. The Mineral Nutrition of Wild Plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Vol. 11. 1980. 233-260p.

CICHEWICZ, R. H. & THORPE, P. A. The antimicrobial properties of chile peppers (*Capsicum* species) and their uses in Mayan medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, Limerick, v. 52, p. 61-70, 1996.

COLEY, P. D. Effects of plant growth rate and leaf lifetime on the amount and type of anti-herbivore defense. **O ecologia**. Vol. 74. 1988. 531-536p.

COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN III, F. S. Resource Availability and Plant Antiherbivore Defense. **Science**. Vol. 230. N.º 4728. 1985. 895-899p.

CAMPOE, Otávio Camargo. **Efeito de práticas silviculturais sobre a produtividade primária líquida de madeira, o índice de área foliar e a eficiência do uso da luz em plantios de restauração da Mata Atlântica**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COOK, N. C.; SAMANN, St. Flavonoids – Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 7, n.2, p. 66-76, 1996.

COSTA, Alexandre Sylvio Vieira da, et al. Identificação de substâncias secundárias presentes em leguminosas utilizadas como adubo verde. **Ceres**, v. 42, n. 244, 2015.

COUTO, L.C. ; FORTIN, Y.; DOUCET, J.; RIEDL, B.; COUTO, L. Efeito da temperatura de extração no rendimento e no teor de taninos condensados da casca de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. *Revista Árvore*, v.23, n.3, p.333-339, 1999.

CORADIN, Lidio; SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial. **Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, 2016.

DAUBENMIRE, R. **Plant communities** : a textbook of plant synecology. New York : Harper & Row, 1968. 300p.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2.ed. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2002. 65p.

FALKENBERG, M.B. Quionas. In: SIMÕES, C. M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.) *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*. 5.ed. Porto Alegre: Editora Universidade, UFRGS, p.657, 2003.

FENGEL, W. A. & WEGENER, G. **WOOD: Chemistry, Ultrastructure, Reaction**. Walter de Gruyter. New York. 1984.

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ARBOEZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação de espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**. Vol. 3. N.º 7. 1995. 73-77p.

- FESSENDEN, R.J. **Organic chemistry**. 2ª edição. Boston: Willard Grant Pres, 1982.
- FINEGAN, B. Forest Succession. **Nature**, v.312, n.8, p. 109 -114, 1984.
- GONÇALVES, Airton Luiz. Estudo da atividade antimicrobiana de algumas árvores medicinais nativas com potencial de conservação/recuperação de florestas tropicais. 2007.
- GOTTLIEB, O.R. New and Underutilized Plants in the Americas: Solution to Problems of Inventory Through Systematics. **Interciência**, v.6, n. 1, p. 22-29, 1981.
- HA WY, WU PK, KOK TW, LEUNG KW, MAK NK, YUE PYK, NGA, SM, TSAI SN, WONG RNS. Involvement of protein kinase C and E2F-5 in euxanthone-induced neurite differentiation of neuroblastoma. *Int J Biochem Cell Biol.* 38(8): 1393-1401, 2006.
- HARBORNE, J.B. Methods in Plant Biochemistry. Plant Phenolics. v.1, London: Academic Press, p.195, 1989.
- HARBORNE, J.B. & WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, p. 481-504, 2000.
- HENG-MOSS, T.; SARATH, G.; BAXENDALE, F.; NOVAK, D.; BOSE, S.; NI, X. e QUISENBERRY, S. J. Characterization of oxidative enzyme changes in Buffalograsses challenged by *Blissus occiduus*. **Econ. Entomol.** Vol. 97. N.º 3. 2004. 1086-1095p.
- HORN, H. S. The ecology of secondary succession. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.5, p.25-37, 1974.
- JANEIRO, Artur Rodrigues. Análise do teor de compostos fenólicos e de ligninas em diferentes órgãos vegetativos de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos sucessionais. 2011.
- KAGEYAMA, P. Y. **Recuperação de Áreas Ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. 2000. 320p.
- KING, D.A.; DAVIES, S.J.; NUR SUPARDI, M.N.; TAN, S. Tree growth is related to light interception and wood density in two mixed dipterocarp forests of Malaysia. **Functional Ecology**, v. 19, p. 445-453, 2005.
- KLOCK, U.; et al; Química da madeira, Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 3 ed., 2005.
- KUBO, I. Antimicrobial Agents from Heterotheca inuloides. *Planta Medica*, Stuttgart, v.60, p. 218, 1994.
- LACAILLE-DUBOIS, M. A.; WAGNER, H. A review of the biological and pharmacological activities of saponins. **Phytomedicine**, v. 2, n. 4, p. 363-386, 1996.
- LAMARÃO, Renata da Costa; FIALHO, Eliane. Functional aspects of green tea catechins in the cellular metabolism and their relationship with body fat reduction. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 2, p. 257-269, 2009.
- LATORRACA, J. V. F.; ABREU, H.S.; ALBUQUERQUE, C.E.C., Apostila de química da madeira. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002.
- LEPAGE, E.S. Química da Madeira. In: **Manual de Preservação da Madeira**, v.1, São Paulo: IPT, p.250, 1986.
- LIENER, I. E. Toxic constituents of plant foodstuffs. New York: Academic Press, 1969. 500p.
- LINDNER, E. Toxicologia de los alimentos. 2 ed. Zaragoza: Acribia. 1995. 262p.
- LOBO, A. M. **Biossíntese de Produtos Naturais. Metabolismo Secundário**. Universidade Nova de Lisboa. Área das Ciências Exatas e Tecnológicas. Lisboa, 1976. 201 p.
- LOPES, Guillermo Soares Macedo. Influência do pré-curtimento da pele para curtimento vegetal. 2016.

- LÓPEZ, P.V.A. **Bioprospecção de extratos de Croton urucurana Baill. e seus fungos endofíticos**. Dissertação (Mestrado). 2010. 137 p. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 352p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- LORENZI, H.; MATOS F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2002. 544p.
- MACHADO, H., NAGEM, T. J., PETERS, V. M., FONSECA, C. S., & DE OLIVEIRA, T. T. (2010). Flavonóides e seu potencial terapêutico. *Boletim do Centro de Biologia da Reprodução*, 27(1/2).
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989. 418p.
- MAK NK, LI WK, ZHANG M, WONG RNS, TAILS, YUNG KKL, LEUNG HW. Effects of euxanthone on neuronal differentiation. *Life Sci*. 66(4): 347-54, 2000.
- MARCHAND, Loic Le. Cancer preventive effects of flavonoids – a review. **Biomedicine & pharmacology**, v.56, n.6, p. 296 – 301, 2002.
- MARQUESINI, N.R. **Plantas usadas como medicinais -pelos índios do Paraná e Santa Catarina, sul do Brasil: guarani, kaingang, xokleng, ava-guarani, kraô e cayuá**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1995. 290p.
- MARRA, A. A. **Technology of Wood Bonding: Principles in Practice**. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York, 1992. p. 146-153.
- MATERN, U.; KNEUSEL, R. Phenolic compounds in plant disease resistance. **Phytoparasitica**. Vol. 16. 1988. 153-170p.
- MATOS, F. J. de A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 2. ed. Fortaleza: EUFC, 1997.
- MONTEIRO, J.M., ALBUQUERQUE, U.P., ARAUJO, E.L. Tannis: from chemistry to ecology. *Química Nova*, v.28, n.5, p. 892-896, 2005.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B., KENTS, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; GIL, P.R.; MITTERMEIER, C.G. **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Monterrey: Conservation International; CEMEX, 1999. 431 p.
- NAMBA, T.; MORITA, O.; HATTORI, M.; KAKIUCHI, N. Studies on cardio-active crude drugs. I. Effect of coumarins on cultured myocardial cells. **Planta Medica**, v. 54, p. 277-282. 1988.
- NEIVA, T. J. C. et al. Evaluation of platelet aggregation in platelet concentrates: storage implications: efeito das catequinas (catequina e epicatequina) na agregação plaquetária. *R. Bras. Hematol. Hemoter.*, v. 25, n. 4, p. 207-212, 2003.
- NETO, H.F., **Química da madeira**, Universidade Federal do Espírito do Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira.
- NOGUEIRA, Raquel T. et al. Clerodane – type diterpenes from the seed pods of *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa*. **Phytochemistry**, v.58, n.8, p. 1153 – 1157, 2001.
- NÓBREGA, J. E.Jr.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R. M.T.; DANTAS, A. F. M. Intoxicação por Sorhugum halepense (Poaceae) em bovinos no semiárido. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 2006, vol.26, n. 4. p.201 - 204.
- ODUM, E. P. **Fundamentos da ecologia**. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988. 927p.

OLIVEIRA, Luciana Santos de. Estudo Químico e Biológico da Madeira de lei *Hymenobium petraeum* (Angelim pedra). 2011.

OSUNKOYA, O. O.; DAUD, S. D.; WIMMER, F. L. Longevity, Lignin Content and Construction Cost of the Assimilatory Organs of *Nepenthes* Species. **Annals of Botany**. Vol. 102. 2008. 845-853p.

O'KENNEDY, R. & THORNES, R.D. Coumarins: biology, applications and mode of action. New York, NY: John Willey and Sons, Inc., 1997.

PANIZZA, S. Plantas que Curam (Cheiro de Mato) - 3a Edição. São Paulo: Ibrasa, 1998. 280p.

PIRES, M.M.Y.; SOUZA, L.A.; TERADA, Y. Biologia floral de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) ocorrente em vegetação ripária da ilha Porto Rico, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, 26(2), 209-215, 2004.

PIZZI, A. Tannin-based wood adhesives. In: Advanced Wood Adhesives Technology. New York: Marcel Dekker, p.149, 1994b.

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, 1994. 320p.

POORTER, L.; WRIGHT, S.J.; PAZ, H.; ACKERLY, D.D.; CONDIT, R.; IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; HARMS, K.E.; LICONA, J.C.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MAZER, S.J.; MULLER-LANDAU, H.C.; PEÑA-CLAROS, M.; WEBB, C.O.; WRIGHT, I.J. Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. **Ecology**, v. 89, n. 7, p. 1908-1920, 2008.

POORTER, L.; MCDONALD, I.; ALARCÓN, A.; FICHTLER, E.; LICONA, J.; PEÑA-CLAROS, M.; STERCK, F.; VILLEGAS, Z.; SASS-KLAASEN, U. The importance of wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species. **New Phytologist**, v. 185, p. 481-492, 2010.

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. 9º edição. p. 1631-1636. 2000.

RAES, J.; ROHDE, A.; CHRISTENSEN, J.H.; VAN DE PEER, Y.; BOERJAN, W. Genome-wide characterization of the lignifications toolbox in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 133, n. 3, p. 1051-1071, 2003.

RODRIGUES, Klinger Antonio da Franca et al. Prospecção Fitoquímica e atividade moluscicida de folhas de *Momordica charantia* L. **Cadernos de Pesquisa**, v. 17, n. 2, 2010.

RODRIGUES, R. R. A sucessão florestal. In: MORELLATO, P. C., LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas : UNICAMP, 1995. p. 30-36.136p.

ROWELL, R. M.; PETERSEN, R.; HAN, J. S.; ROWELL, J. S.; TASHABALALA, M. A. **Cell Wall Chemistry**. In: ROWELL, R. M. (Ed.). Handbook of wood chemistry and wood composites. Capítulo 3. Flórida: CRC Press, 2005. 487p.

SÁ, R. S., TURELLA, T. K., BETTEGA, J. M. P. R. Os efeitos dos polifenóis: catequinas e flavonóides da *Camellia sinensis* no envelhecimento cutâneo e no metabolismo dos lipídeos. Artigo científico.

SAKITA, M.N.; VALLILO, M.I. Estudos fitoquímicos preliminares em espécies florestais do Parque Estadual do Morro do Diabo, Estado de São Paulo. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v.2, n.2, p.215-226, 1990.

SANTOS, Rodolfo Cristiano Martins; PÁGLIA, Adriano. Mata Atlântica: Características, Biodiversidade E A História De Um Dos Biomas De Maior Prioridade Para Conservação E Preservação De Seus Ecossistemas. **Acervo da Iniciação Científica**, 2014.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.). *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*. 5.ed. Porto Alegre: Editora Universidade, UFRGS, p.403, 2003.

SANTOS, S. da C.; MELLO, J. C. P. de. Taninos. In: SIMÕES, M. O. et al. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

SCALON, S.P.Q. et al. Armazenamento e tratamentos prégerminativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.179-85, 2006.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDEM, L. Saponinas. In: SIMÕES, M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

SCHENKEL, E.P.; ZANNIN, M.; MENTZ, L.A.; BORDIGNON, S.A.L.; IRGANG, B. Plantas Tóxicas. In: SIMÕES, C. M.O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.) **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. 5.ed. Porto Alegre: Editora Universidade, UFRGS, p.959, 2003.

SCHMITZ, W., SAITO, A. Y., ESTEVÃO, D., & SARIDAKIS, H. O. (2005). O chá verde e suas ações como quimioprotetor. *Semina: Ciências biológicas e da saúde*, 26(2), 119-130.

SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L.F. Introducción a la toxicología de los alimentos. Zaragoza: Acribia, p. 67-71, 1993.

SEVERO, E. T. D.; CALONEGO, F. W.; SANSÍGOLO, C. A. Composição Química da Madeira de *Eucalyptus citriodora* em Função das Direções Estruturais. **Silva Lusitana** 14(1): p. 113 - 126., ed. ENF, Lisboa - Portugal, 2010.

SILVA, Geraldo Alves da. **Estudo farmacognóstico de Croton urucurana baillon (Sangra d'água)**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SIMÕES, C.M.O. *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*. 6. ed. Florianópolis: UFSC; Porto Alegre. 2007.

SJÖSTRÖM, E., *Wood chemistry-fundamentals and applications*. N. York. Academic Press. 1981. 223p.

TANIZAKI, K., MOULTOUN, T. A fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a perda de biodiversidade. In: BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., ALVES, M.A.S. & SLUYS, M.V. (orgs.). **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Uerj, 2000. P.23-25.

THOMSON, R.H. *Naturally occurring quinones*. 2.ed. Londres: Academic Press, p.135, 1971.

VACCARO, S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS**. Santa Maria, 1997. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VALIM, Y. M. L. et al. Produção de Radicais de Oxigênio por Neutrófilos Ativados por Diferentes Estímulos: Função de Flavonóides. *Universidade de São Paulo*. 2007.

VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. *Toxicon*, v. 38, p. 11-36, 2000.

VICKERY, M. L.; VICKERY, B. *Secondary Plant Metabolism*. Hong Kong: The Macmillan Press Ltd., 1981. In: <http://geocities.yahoo.com.br/plantastoxicas/saponinas.html>.

ZUANAZZI, J.A.S.; MONTANHA, J.A. Flavonóides. In: SIMÕES, C.M.O.;
ZUCCHI, M.I. **Diversidade genética em espécies medicinais**. 2009. Artigo em
Hypertexto. Disponível em:
<http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/DiversidadeGenetica/index.htm>. Acesso em:
21/11/2017.

ZUCCHI, M.I., ATANASIO, C.M., SUJII, P.S. **Conservação de espécies da mata atlântica com potencial medicinal**. 2013. Artigo em Hypertexto. Disponível em:<
<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2013/janeiro-junho-1/1346-conservacao-de-especies-da-mata-atlantica-com-potencial-medicinal.html>>.
Acesso em: 21/11/2017.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and two major groups of forest trees. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1989.