
BACHARELADO E LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ARTUR RODRIGUES JANEIRO

**ANÁLISE DO TEOR DE COMPOSTOS
FENÓLICOS E DE LIGNINAS EM
DIFERENTES ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE
ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DE
DIFERENTES GRUPOS SUCESSIONAIS**



Rio Claro
2011

ARTUR RODRIGUES JANEIRO

ANÁLISE DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS E DE LIGNINAS
EM DIFERENTES ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS DE DIFERENTES GRUPOS SUCESSIONAIS

Orientador: Prof. Dr. Massanori Takaki

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharel e Licenciado em Ciências
Biológicas.

Rio Claro
2011

581.1
J33a

Janeiro, Artur Rodrigues

Análise do teor de compostos fenólicos e de ligninas em diferentes órgãos vegetativos de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos sucessionais / Artur Rodrigues Janeiro. - Rio Claro : [s.n.], 2011
58 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Massanori Takaki

1. Fisiologia vegetal. 2. Botânica. 3. Classificação sucessional vegetal. 4. Sucessão ecológica. 5. Ecofisiologia. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

*Dedico este trabalho a todos
que acreditam em mim.*

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é *fruto-consequência* de uma jornada que excede os cinco anos do curso de Ciências Biológicas, período noturno, do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro. Assim sendo, adéqua-se aqui, neste singelo espaço do “Agradecimentos”, a tentativa de, realmente, agradecer a todos que foram responsáveis pela construção desta experimentação, desta (minha) vivência.

Então, eis a tentativa... Na qual, ao som de “Find (Remix)” (Ridgewalkers ft. El) e “You walk away” (Tydi ft. Audrey Gallagher), perdoem a minha memória às vezes vã. Trago todos comigo e não é no papel.

Agradeço primeiramente aos deuses – entendam como quiserem: do politeísmo aos fluidos, energias, descargas, matéria. Matéria? Sentidos, sentimentos, a *Deusa-minha-mãe* e o *Deus-meu-pai*, os quais, sempre unidos, possibilitaram a minha existência. Uma vez existido, uma vez existente, ainda agradeço-os pela promoção do meu desenvolvimento e crescimento ao longo de todos esses vinte e dois anos. Agradeço-os pela força descomunal aplicada desde os tempos do recém(-nascido de) um quilo e meio de ser (por pouco, de estar... estado).

Agradeço também aos meus avós, que sempre, de alguma maneira, me ajudaram a ser o que sou hoje. O quê? Agradeço-os pelo brincar no chão da cozinha, pelo se sujar com terra (quebrando alguns vasos). Agradeço-os por terem plantado tão cedo em mim a dormente semente da paixão pela biologia vegetal – desde as sementes de abóbora até às receitas de cambuquira refogada e bolinhos-de-flor-de-abóbora; desde as orquídeas híbridas “ruivas”, cor de meus cabelos, até às polinizações e favas de baunilha, passando pelas pinhas natalinas envernizadas.

Aproveito para agradecer a Sr.^a e Sr. Wiendel por toda a paciência aplicada sobre a minha curiosidade pelas plantas, por todos os livros emprestados, por todas as mudas, pelas mais diversas conversas, pela preocupação com a minha formação.

Tic-tac, tic-tac, tic-tac... Da aprendizagem familiar à escolar, dou-me o direito em agradecer-me por sempre ter sido muito curioso, teimoso, perfeccionista... Por mais que isso tudo tenha sido, por incontáveis vezes, remar conta a maré. Qual maré? Qual a linha de tendência? Obrigando-me ao obrigado.

E desde então, quero agradecer Sonia Cibeli Gardezani Cunha Kleiner por ter me deixado feliz (melhor termo não há... mesmo que em prantos, mesmo que quase às vésperas do 1º Abril – trote?). Nunca demorou tanto para uma segunda-feira, chata por clichê, chegar. Táxi de Piracicaba até Rio Claro. Quero agradecer Solange Regina Hummel Moreira por ter me atendido tão bem na seção de Graduação tão logo pela manhã. Tais duas Senhoras abriram as portas de uma nova e bela etapa da minha vida. Realmente, muito obrigado.

Eis que, então, a partir de 2 de Abril de 2007, tornei-me aluno universitário – a conquista de um sonho. Vejo-me um pouco obrigado a não mais me prolongar, assim sendo, agradeço a todos os profissionais que transmitiram parte de seus vastos conhecimentos – desde as aulas-base de biologia celular até as aulas das mais diversas fisiologias.

Voltando-se especialmente para o presente estudo, quero agradecer o Prof. Dr. Massanori Takaki, meu orientador. Quero agradecê-lo porque sabemos, entre nós, alunos, que são poucos os professores que realmente orientam, que realmente sabem orientar seus alunos (des)orientados. Agradeço-o ainda, também, devido à conquista da minha bolsa de Iniciação Científica, sem a qual, com certeza, jamais teria tido condições para prosseguir no curso. Assim sendo, aproveito para agradecer ao CNPq pela concessão da bolsa PIBIC, por acreditar em meu potencial, na relevância do presente estudo à construção de um conhecimento no mínimo mais crítico.

Uma vez mencionada a dificuldade (econômica) em me manter na Universidade, gostaria de agradecer a assistente social Amarílis Maria Muscari Riani Costa por toda a compreensão, auxílio e empenho, frente à necessidade de obtenção de Bolsa de Apoio Acadêmico e Extensão. Com a obtenção da mesma, quero agradecer ao Prof. Dr. Júlio Antônio Lombardi por me orientar nas atividades de monitoria desenvolvidas com tal bolsa. Agradeço-o junto ao Prof. Dr. Marco Antônio de Assis pela posterior Bolsa Monitoria. Por fim, agradeço ao Prof. Dr. José Luis Riani Costa pela oportunidade em participar de projeto de extensão com portadores de doença de Alzheimer e público na terceira idade, com auxílio de Bolsa de Apoio Acadêmico e Extensão.

De fato, foram várias etapas, vários processos conduzindo a um produto final. Qual? Finalizado ou não?

A execução deste trabalho envolve mais pessoas de diversos outros setores: quero agradecer à Célia Maria Hebling de Moraes, secretária do departamento de Botânica, por todos os documentos digitalizados, pelas impressões de fichas de estágios, de monitorias, de aprimoramentos extracurriculares, pela simpatia e pelas conversas de corredor também. Quero agradecer o técnico de laboratório João Batista S. Terra Filho, companheiro de turma que embora um pouco afastado da classe, em muito contribuiu para o desenvolvimento do projeto deste trabalho, incansavelmente fornecendo álcool etílico 99,5%, bem como socorrendo-me nas dúvidas voltadas aos aparelhos do laboratório de fisiologia vegetal. Agradeço o funcionário Sr. João Covre, cuidador do jardim Experimental, o qual em muito nos auxiliou no plantio, transplante e transporte das mudas utilizadas no presente estudo. Agradeço Henrique Tozzi por toda a parte estatística, gráficos, tabelas etc. etc. etc., pelo companheirismo nas piadas (insuportáveis), pelo desfrutar de situações-problemas, pelas sérias besteiras.

Quero agradecer toda a equipe da Biblioteca da Unesp, campus de Rio Claro, em especial à Célia Rufino da Silva, Gislaine Galasse, João Batista Carvalho, Josimeire da Silva, Monica Caes, Regina Seneda, Rejane Boschi, Sérgio Rossini, Suzi Silva, pela simpatia ao longo de todos esses anos, pela amizade, gentileza, profissionalismo e respeito.

De volta ao departamento de Botânica, quero agradecer à Prof.^a Dr.^a Alessandra Ike Coan pela disponibilidade e atenção às conversas referentes ao projeto e ao presente estudo. Por fim, agradeço à Prof.^a Dr.^a Leonor Patrícia Cerdeira Morellato, que dentre tantos conhecimentos “absorvidos” de sua disciplina Reprodução de Angiospermas, tomei ciência do filme “Fim dos Tempos”, o qual abriu as portas do projeto que desenvolvi nas disciplinas da Licenciatura e que, por influência dessas, sobretudo da Didática: Campo de Investigação e Formação, Didática: Práticas Culturais e Pedagógicas, Filosofia da Ciência e Práticas como Componente Curricular 3, 5, 6, 7 e 8, tenho traçado este “Agradecimentos” de maneira peculiar.

Esclarecidas as origens deste “agradecimentos’ diferente”, agradeço a Prof.^a Dr.^a Márcia Reami Pechula e a Prof.^a Dr.^a Maria Rosa Rodrigues Martins de Camargo por instigar-me quanto ao “fazer ciência”, quanto às inquietações que as diferentes linguagens podem causar, gerar, cultivar, quanto ao processo criativo em sua fonte vivificadora do ser (concordo!). Chegando ao sujeito da ação, abro às

emoções os meus agradecimentos à Vanessa Regina Tofanello, uma verdadeira irmã que eu tive ao longo de todos esses anos desenvolvendo este estudo. Sem a Vanessa o presente trabalho não seria possível, seja pelas horas de descontração, seja pelos momentos de desespero, seja pela semelhança na maneira de pensar muitas coisas. Sentirei saudades de nossos almoços, de nossas estudadas antes das provas, de nosso cansaço pós-coleta de sapucaias. Sentirei saudades também do quanto eu infernizo você com minhas tensões, preocupações e loucuras (risos!).

Maria Manuela Venâncio Hashimoto também foi fundamental no desenvolvimento deste trabalho. Convivemos pouco, porém o pouco convivido foi muito precioso. Ainda quero agradecer pessoas como Nádia Aline Corroqué e Cristina Moreira Sousa (exímias motoristas), Vanessa Vanderléia Merlini e Cristiane Sueli Talhiaferro de Araújo: todas elas pelas infinitas preocupações, ajudas e risos.

Por fim, mas nem por isso menos importante, acaso (?), sorte (?), destino (?), determinação, ousadia (?), eternidade, afeto, afetado, risos, sorrisos, olhares, verdades, emoções diversas, sentidos, sentimentos... Gostaria de agradecer Alexandre Roberto Fermino por toda a parceria, atenção, compreensão, cumplicidade e... *amor*. A Você, os meus mais íntimos, sinceros e alegres agradecimentos – muito obrigado por ser-estar ao meu lado em todos os momentos, marcantes ou não, da minha-sua-nossa vida.

*“Suspeitamos que,
para fazer matemáticas,
basta-nos ser anjos; mas
para fazer biologia, mesmo com
a ajuda da inteligência, por vezes
temos necessidade de nos sentir idiotas”.*

(CANGUILHEM, 1975. “La connaissance de la vie”, p.13.)

RESUMO

O sucesso do desenvolvimento da dinâmica das formações vegetais depende das relações estabelecidas entre as espécies vegetais com outros organismos e com o meio físico. Tais relações estão sujeitas a situações de estresse, podendo esse ser de caráter abiótico, como condições elevadas de radiação solar e temperatura e déficit hídrico ou de caráter biótico, como a herbivoria e o ataque de patógenos. Dessa maneira, em virtude à necessidade de um sistema de defesa, as plantas utilizam compostos químicos, como compostos fenólicos e ligninas, para se desenvolverem com proteção.

Os compostos fenólicos são compostos oriundos do metabolismo secundário vegetal e ocorrem na parede celular dos tecidos vegetais, constituindo assim uma rápida linha de defesa vegetal a lesões e infecções e funcionando como substrato para atuação de enzimas de defesa como peroxidases e polifenoloxidasas.

Junto com a atuação dos compostos fenólicos, as ligninas fornecem à planta maior resistência mecânica e impermeabilidade suficiente aos vasos condutores do xilema, proporcionando, assim, desde um fundamental auxílio aos vegetais na conquista do ambiente terrestre até o estabelecimento de uma barreira protetora eficiente contra o ataque de microorganismos.

Assim, por meio da extração e análise dos teores de compostos fenólicos e de ligninas de porção de raiz, caule, ápice caulinar e folhas maduras e imaturas de indivíduos de *Erythrina speciosa* Andrews, *Eugenia uniflora* L., *Hevea brasiliensis* M. Arg., *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang, *Joannesia princeps* Vell., *Lecythis pisonis* Cambess, *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch, *Pachira aquatica* Aubl. e *Psidium guajava* L., classificou-se como espécies pioneiras *Erythrina speciosa* Andrews, *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang, *Joannesia princeps* Vell., *Pachira aquatica* Aubl. e como espécies não-pioneiras *Eugenia uniflora* L., *Hevea brasiliensis* M. Arg., *Lecythis pisonis* Cambess, *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch e *Psidium guajava* L., o que pode melhor auxiliar projetos que visem a preservação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: compostos fenólicos; ligninas; sucessão ecológica; grupos sucessionais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Espécies utilizadas	18
3.1.1. <i>Erythrina speciosa</i> Andrews	18
3.1.2. <i>Eugenia uniflora</i> L.....	18
3.1.3. <i>Hevea brasiliensis</i> M. Arg.	19
3.1.4. <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Lee et Lang.	19
3.1.5. <i>Joannesia princeps</i> Vell.	20
3.1.6. <i>Lechytis pisonis</i> Cambess.....	21
3.1.7. <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.....	21
3.1.8. <i>Pachira aquatica</i> Aubl.....	21
3.1.9. <i>Psidium guajava</i> L.	22
3.2. Coleta, tratamento e plantio das sementes	22
3.3. Local de estudo	23
3.4. Métodos de extração e quantificação	23
3.4.1. Obtenção e quantificação de compostos fenólicos	24
3.4.2. Obtenção de ligninas insolúveis em ácido	24
3.4.3. Obtenção de ligninas solúveis	25
4. RESULTADOS	26
4.1. <i>Erythrina speciosa</i> Andrews	26
4.2. <i>Eugenia uniflora</i> L.....	26
4.3. <i>Hevea brasiliensis</i> M. Arg.	27
4.4. <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Lee et Lang.	27
4.5. <i>Joannesia princeps</i> Vell.	27
4.6. <i>Lechytis pisonis</i> Cambess.....	28
4.7. <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.....	28
4.8. <i>Pachira aquatica</i> Aubl.....	28
4.9. <i>Psidium guajava</i> L.....	29
5. DISCUSSÃO	30
5.1. <i>Erythrina speciosa</i> Andrews	30

5.2. <i>Eugenia uniflora</i> L.....	30
5.3. <i>Hevea brasiliensis</i> M. Arg.	31
5.4. <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Lee et Lang.	31
5.5. <i>Joannesia princeps</i> Vell.	32
5.6. <i>Lechytis pisonis</i> Cambess.....	32
5.7. <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.....	33
5.8. <i>Pachira aquatica</i> Aubl.....	33
5.9. <i>Psidium guajava</i> L.....	33
5.10. Comparação dos resultados obtidos com os encontrados na literatura	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
8. APÊNDICES.....	46
8.1. Lista de Figuras.....	46
8.2. Lista de Tabelas.....	54

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica das formações vegetais depende principalmente da taxa de crescimento das espécies vegetais, entretanto, tal desenvolvimento vegetal está suscetível a estresses abióticos, como temperaturas extremas, elevada ou baixa radiação solar, e bióticos, como a presença de outras plantas, herbivoria e ataque de patógenos, o que torna evidente a necessidade de um sistema de defesa vegetal eficiente a tais intempéries naturais – defesa essa que consiste na atuação de compostos químicos, compostos fenólicos e ligninas, e de enzimas como as peroxidases e as polifenoloxidasas (VAN LOON, 1976; CASTILLO et al., 1984; COLEY et al, 1985; HERMS & MATTSON, 1992; FIDANTSEF et al., 1999).

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).

As ligninas, após as celuloses, correspondem ao material mais abundante do reino vegetal (PILÓ-VELOSO et al., 1993; SANTOS, 2008). Ligninas são polímeros aromáticos tridimensionais, quimicamente recalcitrantes e hidrofóbicos, compostos por unidades de fenilpropanóides que unidas configuram uma estrutura cujo padrão é complexo e irregular (DEAN, 1997; ROWELL et al., 2005; SANTOS, 2008). Entretanto, as ligninas estão sujeitas a fatores topoquímicos, as quais, dependendo do local que ocorrem nos vegetais, têm suas quantidades alteradas e apresentarão particularidades estruturais (ROWELL et al., 2005).

A síntese das ligninas se dá a partir de três tipos diferentes de alcoóis p-hidroxi-cinâmicos: p-cumarílico, p-coniferílico e p-sinapílico obtidos pelo metabolismo da fenilalanina por meio de vários compostos derivados do ácido cinâmico (GUTIERREZ, 1990; CARVALHO et al., 2009).

De acordo com a estrutura química de seus monômeros, as ligninas são classificadas em três distintos grupos: ligninas moles, também conhecidas por ligninas “softwoods”, que são encontradas em gimnospermas, ligninas duras, também conhecidas por ligninas “hardwoods”, que são encontradas em

dicotiledôneas, e as ligninas encontradas nos demais vegetais, como em herbáceas e arbustos (“grass lignin”) (HIGUCHI, 1998; SAKAKIBARA & SANO, 2000; CARVALHO et al., 2009).

A lignina, junto com as pectinas e hemiceluloses circunda os espaços existentes entre as fibrilas de celulose e acumula-se nas células do esclerênquima, fornecendo à planta maior resistência mecânica, e nas células do xilema, proporcionando impermeabilidade suficiente aos vasos condutores do xilema para o devido transporte da seiva aos diferentes órgãos vegetais (WHETTEN & SEDEROFF, 1995). Além disso, a lignina atua como uma barreira protetora eficiente contra o ataque de microorganismos (GUTIERREZ, 1990). Com isso, é possível constatar que a presença de lignina nos tecidos vegetais em muito auxiliou as plantas vasculares na conquista do ambiente terrestre (DEAN, 1997).

A diversidade de formas de vida nos diferentes ecossistemas terrestres dá-se exatamente pela diversidade de ambientes que neles ocorrem. A essa diversidade de ambientes encontramos intimamente relacionada a dinâmica da sucessão ecológica, que consiste na tendência da natureza em desenvolver uma determinada área, baseando-se principalmente no clima e nas condições do solo locais (REIS et al., 1999). Tal definição à sucessão ecológica também pode ser compreendida sob a óptica de que os ecossistemas partem de uma composição mais simples para uma mais complexa (MARGALEF, 1968) e que a síntese de biomassa e a diversidade, ao longo do desenvolvimento, das mudanças no ecossistema, passam a ser máximas (ODUM, 1969).

Assim, levando-se ainda mais em consideração as dimensões e alterações no tempo e do espaço, temos que a vegetação deve ser compreendida como um mosaico dinâmico, suscetível a intempéries, composto por fragmentos de diferentes tamanhos, idades e composições (PILLAR, 1994). Dessa maneira, segundo Pillar (1994), existe a sucessão primária e a secundária. A sucessão primária correspondente à colonização de um ambiente cujo substrato, solo, recém formado, encontra-se exposto. Dessa maneira, a formação de uma comunidade vegetal necessita fundamentalmente de propágulos colonizadores, uma vez que não possui um banco de sementes (PILLAR, 1994). Já a sucessão secundária corresponde à substituição da vegetação que existia até a ocorrência de algum distúrbio qualquer como a incidência de fogo e aplicação de fertilizantes, por exemplo, podendo ou não originar uma vegetação semelhante a de antes (PILLAR, 1994). Entretanto, para que

determinado fragmento se desenvolva e assim atinja os estágios da sucessão, é necessário que ocorram espécies apropriadas para cada fase desse desenvolvimento. Dessa forma, as espécies vegetais também são classificadas em grupos sucessionais, sendo que tal classificação varia de autor para autor (Budowski, 1965, Odum, 1988, entre outros), em virtude das características dessas espécies que foram levadas em consideração e que foram priorizadas em cada estudo.

Para Budowski (1965) as espécies podem ser agrupadas em quatro grupos com características distintas: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas. Dentro dessa classificação, Budowski (1965) tende a generalizar pioneiras e secundárias iniciais, alegando serem espécies que possuem ampla distribuição, enquanto que também tende a generalizar secundárias tardias e de clímax, alegando que tais secundárias tardias são espécies decíduas e que ao atingirem a idade adulta comporão parte do estágio climácico. Entretanto, novas características vegetais como tamanho e germinação das sementes, síndrome de polinização, síndrome de dispersão de frutos e sementes, resposta à luz, dentre outras (KAGEYAMA, 2000; BARBOSA, 2000), melhor delimitam quais espécies se adequam a cada um dos grupos sucessionais. Dessa forma, temos 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).

As espécies tidas como secundárias iniciais, com relação 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 rápido e madeira com maior densidade (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000).

As espécies secundárias tardias já 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 dura (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000). E quanto às espécies climáticas, temos que elas são tolerantes à sombra, também encontram-se 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 pesada e dura (FERRETTI, 1995; KAGEYAMA, 2000). Tendo em vista a dureza, resistência e densidade das madeiras, pode-se estabelecer, de acordo com estudos de Rowell et al. (2005) que configuram uma relação diretamente proporcional entre teores de lignina e densidade das madeiras (devido a pressões e compressões sofridas por essas ao longo do desenvolvimento vegetal), também uma relação direta entre teores de lignina e classificação das espécies em grupos da sucessão ecológica, exatamente devido às características das madeiras relatadas por Ferretti et al. (1995).

Entretanto, não importa qual sistema de classificação seja adotado, sempre haverá questionamentos acerca do enquadramento de tal espécie num estágio e não em outro, assim, é plausível aceitar que o sistema que possa vir a ser o melhor é aquele que leva em consideração a maior quantidade de influências de fatores ambientais e vegetais não restritos apenas a dado grupo de plantas. Assim, com base na fisiologia do desenvolvimento vegetal, há estudos de bioquímica relacionados às relações ecológicas estabelecidas entre os vegetais e os fatores abióticos e bióticos do ambiente que podem contribuir para a classificação das espécies quanto ao grupo sucessional. Com base nessa relação, parte-se da análise da taxa de crescimento e do tempo de vida do vegetal. Espécies de crescimento lento 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; proteção essa que consiste 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, 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, ilustram plantas de crescimento mais acelerado.

2. OBJETIVOS

No presente estudo analisou-se o teor de compostos fenólicos e de ligninas solúveis e insolúveis presentes em diferentes órgãos de várias espécies nativas arbóreas e relacionou-os com o grupo sucessional citado na literatura para cada uma das espécies utilizadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Espécies utilizadas

Para o presente estudo foram utilizadas nove espécies, sendo que todas elas são espécies nativas e arbóreas.

3.1.1. *Erythrina speciosa* Andrews

A espécie *E. speciosa* Andrews (Fabaceae, subfamília Faboideae) (APÊNDICE 8.1., FIGURA 1), conhecida popularmente por eritrina, é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita, decídua, pioneira, que atinge cerca de 3-5 metros de altura, típica da floresta pluvial da restinga, o que segundo Koszo (2006), trata-se de uma espécie cuja ocorrência abrange áreas ensolaradas de solos úmidos, das regiões Sul e Sudeste brasileiras, ou ainda, mais especificamente, trata-se de uma espécie cuja ocorrência natural se dá nos Estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia (SCHULTZ, 1963). Ainda, trata-se de uma espécie densamente aculeada (VITALI, 1993), cuja madeira é leve, porosa e de baixa durabilidade (Lorenzi, 1992).

O termo “erythrina”, do grego, refere-se à coloração avermelhada, e o termo “speciosa”, do latim, significa “vistosa” (KOSZO, 2006). A importância ornamental de tal espécie, sobretudo devido a suas flores, o que atrai avifauna e diversos insetos, é indicada por Rizzini (1977), que a considera uma espécie muito utilizada na arborização de praças, jardins e ruas.

3.1.2. *Eugenia uniflora* L.

A espécie *E. uniflora* L. (Myrtaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 2 e 3), conhecida popularmente por pitangueira, é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita, semidecídua, que atinge 6-12 metros de altura, típica da floresta semidecídua do planalto e bacia do rio Paraná. Para Bezerra et al. (2000), trata-se de uma espécie frutífera nativa, a qual, devido a sua fácil adaptabilidade a diferentes climas e solos, tornou-se uma espécie facilmente encontrada em toda a América do Sul, América Central, sudeste asiático, Madagascar, África do Sul, Israel e diversos

países do Mediterrâneo – ampla distribuição mundial (DONADIO et al., 2002). Em território nacional, sua elevada adaptabilidade a diferentes condições ambientais torna-se perceptível pelo seu crescimento, floração e frutificação mesmo em ambientes saturados de poluentes aéreos, como a cidade de São Paulo (ALVES et al., 2008). Assim, acentua-se a importância de *E. uniflora* L. enquanto fonte de alimento à avifauna, conforme já mencionado por Lorenzi (1992).

3.1.3. *Hevea brasiliensis* M. Arg.

A espécie *H. brasiliensis* M. Arg. (Euphorbiaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 4, 5 e 6), conhecida popularmente por seringueira ou árvore-da-borracha, é a espécie de seringueira com maior importância comercial (COLOMBO et al., 1989). A espécie é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita ou esciófita, semidecídua, lactescente, que atinge cerca de 20-30 metros de altura, típica de terras firmes ainda sujeitas a inundações, com madeira leve, mole e de baixa durabilidade.

Possui elevada importância comercial, devido à extração de seu látex (GONÇALVES et al., 1989) para a produção de borracha e materiais afins, bem como, de acordo com o recentemente descoberto, possui elevada importância enquanto espécie com elevado potencial de seqüestro de carbono atmosférico, o que acentua a sua utilização em projetos de reflorestamento e de recuperação de áreas degradadas (NOVELINI & CONFORTO, 2006). Ainda, conforme ressaltado por Santana et al. (2001), há uma crescente importância e valorização da madeira da seringueira no mercado internacional.

3.1.4. *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.

A espécie *H. courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 7, 8, 9 e 10), conhecida popularmente por jatobá, é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita ou esciófita, semidecídua, que atinge cerca de 15-20 metros (podendo chegar até 40 metros de altura, compondo parte do dossel da floresta, de acordo com Flores e Benavides (1990)), típica da floresta latifoliada semidecídua. Segundo Campos e Uchida (2002), ocorre do México, chegando abundantemente até a Floresta Amazônica, prosseguindo até o Estado de São Paulo.

De sua madeira dura e pesada (LORENZI, 1992), a qual é amplamente e diversificadamente utilizada na marcenaria (LOUREIRO et al., 1979), extrai-se o “vinho de jatobá” (MORAIS, 2000) e uma resina empregada tanto no preparo de vernizes (CAMPOS & UCHIDA, 2002) como enquanto ornamento labial em rituais de tribos indígenas brasileiras (MORAIS, 2000). Além disso, trata-se de uma espécie com elevado valor cultural importante espécie para composição e recuperação de áreas florestais devido ao fato de seus frutos conterem uma farinha comestível, nutritiva e bastante procurada pela fauna (TIGRE, 1976; LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994).

3.1.5. *Joannesia princeps* Vell.

A espécie *J. princeps* Vell. (Euphorbiaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 11 e 12), conhecida popularmente por boleira, é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita, decídua, que atinge cerca de 15-20 metros, típica das secas encostas atlânticas. De acordo com Balbach (1981), Lopes et al. (2002) e Azevedo e Silva (2006), trata-se de uma espécie amplamente encontrada, então, nas regiões norte, nordeste e sudeste brasileiras.

Possui madeira leve, de baixa densidade e porosa (LORENZI, 1992), utilizada na marcenaria leve (CARVALHO, 1994), da qual é extraída celulose em boa qualidade e quantidade (FONSECA, 1935). Embora tóxica a humanos, principalmente no que se refere à ingestão ou contato de mucosas com a seiva, látex, frutos ou sementes, tem-se que tal espécie é amplamente utilizada para fins medicinais: laxante, anti-helmíntico (FREISE, 1929), antimicrobiano, controle de febre perniciosa, de inchaços, de sífilis, de escrofulose e de perturbações menstruais (BALBACH, 1981; MORS & RIZZINI, 1966).

Por fim, embora já sendo uma espécie considerada ameaçada de extinção no Estado de Minas Gerais (CARVALHO, 1994), tem-se que *J. princeps* Vell. desempenha papel importante na composição e recuperação de áreas florestais, devido a busca da fauna por seus frutos e sementes (LORENZI, 1995; SOUZA & LORENZI, 2005).

3.1.6. *Lechytis pisonis* Cambess

A espécie *Lechytis pisonis* Cambess (Lecythidaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 13, 14 e 15), conhecida popularmente por sapucaia, é classificada como uma espécie nativa, típica da floresta pluvial atlântica, cuja ocorrência abrange quase toda a região amazônica, prosseguindo para o Estado do Ceará até o Rio de Janeiro, com focos de predominância na Bahia e no Espírito Santo (LORENZI, 1992; TASSARA, 1996; TEIXEIRA, 2006).

Trata-se de uma árvore cuja altura pode chegar até 40 metros, cuja madeira pode ser empregada na construção civil (FOUQUÉ, 1972; LORENZI, 1992; VILLACHICA et al., 1996; TEIXEIRA, 2006), cujo fruto é utilizado como utensílio doméstico e as sementes são amplamente consumidas pela fauna (como macacos) (LORENZI, 1992; TASSARA, 1996; TEIXEIRA, 2006).

3.1.7. *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch

A espécie *L. tomentosa* (Benth.) Fritsch (Chrysobalanaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 16, 17, 18 e 19), conhecida popularmente por oiti, é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita, perenifólia, que atinge cerca de 8-15 metros de altura, típica da mata pluvial atlântica, ocorrendo naturalmente desde formações abertas e secundárias até o interior da floresta primária densa, o que corresponde desde o Estado de Pernambuco até o norte do Espírito Santo e de Minas Gerais. Sua madeira dura, resistente e de longa durabilidade é utilizada na construção civil (LORENZI, 1992; SOUZA & LORENZI, 2005) e devido ao seu frondoso crescimento, tal espécie tem sido amplamente utilizada em arborização urbana, chegando, assim, até a região sudeste brasileira (FERREIRA et al., 2001).

Seus frutos, apreciados pela fauna, fornecem extrato empregado na medicina para combater o vírus herpes-simples (MIRANDA et al., 2002) e como citotóxico diverso (FERNANDES et al., 2003; FERNANDES et al., 2005).

3.1.8. *Pachira aquatica* Aubl.

A espécie *P. aquatica* Aubl. (Malvaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 20, 21, 22, 23 e 24), conhecida popularmente por cacau-selvagem, é classificada por

Lorenzi (1992) como heliófita, perenifólica, que atinge de 6-14 metros, típica de terrenos alagadiços da região amazônica, com madeira leve, frouxa, fibrosa, porosa e de baixa durabilidade (LORENZI, 1995; SOUZA & LORENZI, 2005).

Trata-se de uma espécie que pode ser amplamente utilizada em arborização urbana (SILVA et al., 2002; DANTAS & SOUZA, 2004; BORTOLETO et al., 2007; ROSSATTO et al., 2008) e cujas sementes, além de representarem fonte de alimento a humanos e demais animais, são fontes potenciais de óleo para a produção de biodiesel (PARENTE, 2003)

3.1.9. *Psidium guajava* L.

A espécie *P. guajava* L. (Myrtaceae) (APÊNDICE 8.1., FIGURAS 25 e 26), conhecida popularmente por goiabeira, é classificada por Lorenzi (1992) como heliófita, semidecídua, que atinge 3-6 metros de altura, típica da floresta pluvial, mas com ocorrência espontânea por todo o Brasil, a qual, segundo Iha et al. (2008), vem da sua distribuição geográfica mundial abrangente desde o México até o Brasil.

Tal espécie é importante enquanto fonte de alimento à avifauna e por apresentar madeira moderadamente pesada, compacta e elástica (LORENZI, 1992). Dos ramos obtém-se extrato com atividades antimicrobianas (CARVALHO et al., 2002) e ação anti-diarreica e re-hidratante (SOUSA et al., 1991).

3.2. Coleta, tratamento e plantio das sementes

A obtenção das mudas das espécies utilizadas neste projeto deu-se inicialmente pela coleta das sementes de indivíduos adultos. As sementes de *E. speciosa* Andrews, *H. brasiliensis* M. Arg., *H. courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang., *J. princeps* Vell. e *L. pisonis* Cambess foram coletadas de indivíduos adultos presentes nos jardins do campus da Unesp de Rio Claro, enquanto que as sementes de *E. uniflora* L., *L. tomentosa* (Benth.) Fritsch., *P. aquatica* Aubl. e *P. guajava* L. foram coletadas de indivíduos adultos presentes nas vias públicas da cidade de Piracicaba, São Paulo.

Na sequência, as sementes foram tratadas (despolpamento do fruto, remoção de arilo, escarificação química e/ou mecânica), plantio em bandejas ou tubetes pequenos contendo substratos apropriados para a melhor germinação (substrato

Plantmax® e/ou vermiculita grossa), adequação das bandejas e dos tubetes em casa de vegetação devidamente irrigada automaticamente e, por fim, transplante dos indivíduos que apresentaram vigoroso desenvolvimento e crescimento para tubetes médios ou grandes (contendo mistura de substrato Plantmax® e solo argiloso), ainda mantidos em casa de vegetação. Houve remoção de ervas-daninhas quando as mesmas estavam presentes nos tubetes contendo as mudas.

As plantas, após atingirem a idade de um ano, foram removidas dos tubetes e submetidas aos métodos de extração dos compostos fenólicos e das ligninas.

3.3. Local de estudo

As plantas foram mantidas em casa de vegetação localizada no Jardim Experimental (Instituto de Biociências) do campus da Unesp de Rio Claro. As extrações e análises dos compostos fenólicos e das ligninas presentes nas amostras vegetais deu-se no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas, localizado no Jardim Experimental, e no Laboratório de Fisiologia Vegetal, localizado no Departamento de Botânica (Instituto de Biociências), também no campus da Unesp de Rio Claro.

3.4. Métodos de extração e quantificação

As mudas das espécies cultivadas, após remoção dos tubetes, foram devidamente lavadas em água corrente para remoção dos substratos aderidos à raiz e eventualmente ao caule também e para remoção de outras partículas aderidas às folhas e ápice caulinar. Esse processo de limpeza foi realizado para dez indivíduos de cada espécie. As porções de caule e raiz foram determinadas com base no nível em que a muda se encontrava no substrato: cinco centímetros acima do nível do substrato corresponderam a cinco centímetros de caule, enquanto que cinco centímetros abaixo do nível do substrato corresponderam a cinco centímetros de raiz. Para cada indivíduo foi retirada uma folha cujo limbo estava visivelmente expandido e foi denominada “folha madura”. O ápice caulinar foi determinado como sendo os cinco centímetros apicais do caule. Assim, removidos os cinco centímetros apicais do caule, a folha mais afastada do nível do substrato foi denominada “folha

imatura”, cuja textura era mais tenra e com limbo não expandido, ainda em crescimento.

Obtidas todas essas porções vegetativas, as porções de raiz, caule e ápice caulinar foram cortadas longitudinalmente, para que, da mesma porção, do mesmo indivíduo, fosse possível analisar as atividades enzimáticas de peroxidases e polifenoloxidasas, estudo esse, referente ao trabalho de Tofanello (2011), correlacionando-as com os dados encontrados para compostos fenólicos e ligninas.

Assim sendo, para as extrações de compostos fenólicos e de ligninas, foi utilizada metade da porção de raiz, caule e ápice caulinar, uma folha madura e uma folha imatura de cada indivíduo.

3.4.1. Obtenção e quantificação de compostos fenólicos

Para obtenção dos compostos fenólicos, o material vegetal foi pesado e acondicionado em frascos contendo álcool etílico 99,5% P.A. na proporção de 10 mL de álcool para cada 1g de material fresco (HARBORNE, 1973). Uma vez fechados os frascos, assim permaneceram por uma semana em local fresco, arejado e ao abrigo de luz. A mistura foi filtrada à vácuo e o filtrado submetido à análise quantitativa de compostos fenólicos totais. Para a quantificação dos compostos fenólicos totais, utilizou-se o reativo de Folin-Denis, com leitura da absorvância em 725nm (SWAIN & HILLIS, 1959), com uso de ácido tânico como padrão (LIMA et al., 2008).

3.4.2. Obtenção de ligninas insolúveis em ácido

Para obtenção de ligninas insolúveis em ácido sulfúrico, seguiu-se o método descrito por Goldschimid (1971). O material retido na filtração para obtenção dos compostos fenólicos foi triturado e submetido à secagem a 27-30°C em uma estufa. Após a secagem completa do resíduo, foram retirados 150 mg de cada material para serem impregnados com 3 mL de ácido sulfúrico 72%, à 30°C, por uma hora. Após isso, 84 mL de água deionizada foi adicionado. A mistura, então, foi submetida à autoclavagem à 125°C, por uma hora. Em seguida o autoclavado foi submetido a uma filtração à vácuo em membrana de PVDF (Millipore). O retido, então, foi pesado em balança analítica, fornecendo assim, gravimetricamente, o teor de ligninas

insolúveis presente em cada porção de material vegetal de cada indivíduo de cada espécie.

3.4.3. Obtenção de ligninas solúveis

Para a obtenção de ligninas solúveis em ácido sulfúrico, seguiu-se o método descrito por Gomide e Demuner (1986). Da filtração à vácuo realizada para obtenção das ligninas insolúveis, obteve-se uma solução ácida, cuja absorvância a 215 nm foi determinada, utilizando-se ácido tânico como padrão, para obtenção das ligninas solúveis em ácido.

4. RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos (APÊNDICE 8.2., TABELAS 1, 2, 3, 4 e 5), é possível observar que cada espécie realoca de maneira diferente tanto os compostos fenólicos como as ligninas em suas também diferentes porções vegetativas. Dessa maneira, a seguir, para cada espécie foi traçado com detalhes as concentrações dos compostos fenólicos e das ligninas, diferenciando-as nas diferentes porções vegetativas.

4.1. *Erythrina speciosa* Andrews

Para *E. speciosa* Andrews, há uma maior concentração de compostos fenólicos no ápice caulinar, os quais decrescem no sentido folha imatura, caule, folha madura e raiz.

Para os valores obtidos para o teor de ligninas solúveis em ácido, temos que o ápice caulinar apresentou as maiores concentrações de ligninas solúveis. Tal concentração tornou-se decrescente no sentido folha imatura, raiz, folha madura e caule. Tal distribuição da concentração de ligninas solúveis em ácido é muito semelhante à encontrada para as concentrações de compostos fenólicos.

Para os valores do teor de ligninas insolúveis em ácido, temos que o ápice caulinar apresentou as maiores concentrações de ligninas insolúveis. Tal concentração tornou-se decrescente no sentido raiz, folha madura, caule e folha imatura.

4.2. *Eugenia uniflora* L.

Para *E. uniflora* L., os teores de compostos fenólicos estavam acentuados no caule, decrescendo em concentração nas folhas maduras e posteriormente na raiz. Com relação aos teores de ligninas, temos que as ligninas solúveis em ácido encontraram-se mais concentradas nas folhas maduras, decrescendo na raiz e posteriormente no caule. As ligninas insolúveis em ácido estavam mais concentradas na porção de raiz, decrescendo na porção de caule e por fim nas folhas maduras.

Os indivíduos utilizados não apresentavam folhas imaturas e foi possível obter cinco centímetros apicais do caule referentes à porção vegetativa denominada ápice caulinar.

4.3. *Hevea brasiliensis* M. Arg.

Em *H. brasiliensis* M. Arg., o teor de compostos fenólicos foi maior na porção de raiz, decrescendo na folha madura, no ápice caulinar, no caule e por fim nas folhas imaturas. Já para os teores de ligninas, temos que as ligninas solúveis em ácido estavam mais concentradas também em porção de raiz, decrescendo no caule, nas folhas maduras, no ápice caulinar e por fim, também, nas folhas imaturas.

Para as ligninas insolúveis em ácido, a concentração encontrada foi maior no caule, decrescendo no sentido raiz, folha madura, ápice caulinar e por fim, também, folhas imaturas.

4.4. *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.

Em folha madura de *H. courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang., houve maior concentração de compostos fenólicos e de ligninas insolúveis em ácido, decrescendo no sentido caule e raiz, para ambos os metabólitos secundários. Entretanto, para os teores de ligninas solúveis em ácido, a porção de caule apresentou as maiores concentrações, as quais decresceram no sentido raiz e folha madura.

Os indivíduos utilizados não apresentavam folhas imaturas e também não foi possível obter cinco centímetros apicais do caule referentes à porção vegetativa denominando de ápice caulinar.

4.5. *Joannesia princeps* Vell.

Para os indivíduos de *J. princeps* Vell., os valores obtidos para os teores de compostos fenólicos indicaram maiores concentrações dos mesmos em folha imatura, decrescendo no sentido folha madura, raiz, caule e ápice caulinar. Para os teores de ligninas, temos que as ligninas solúveis em ácido encontraram-se mais concentradas no ápice caulinar, decrescendo no sentido caule, raiz, folha madura e

folha imatura. Já para as ligninas insolúveis em ácido, temos que no ápice caulinar também ocorreu maior concentração, seguido decrescentemente por raiz, caule, folha imatura e folha madura.

4.6. *Lechytis pisonis* Cambess

O teor de compostos fenólicos encontrados em *L. pisonis* Cambess, indica maior concentração dos mesmos na porção de raiz, decrescente em caule e folha madura. Tal disposição do teor de compostos fenólicos é idêntica para as ligninas insolúveis em ácido e inversa para as ligninas solúveis em ácido.

Os indivíduos utilizados não apresentavam folhas imaturas e também não foi possível obter cinco centímetros apicais do caule referentes à porção vegetativa denominado de ápice caulinar.

4.7. *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch

Em *L. tomentosa* (Benth.) Fritsch, os teores de compostos fenólicos foram decrescentes a partir da folha imatura, raiz, folha madura e caule, enquanto que para os teores de ligninas solúveis em ácido, os valores de concentração foram decrescentes a partir da raiz, caule, folha madura e folha imatura, e para os teores de ligninas insolúveis em ácido, os valores de concentração foram decrescentes a partir do caule, raiz, folha imatura e folha madura.

Os indivíduos utilizados não apresentavam ápice caulinar, uma vez que não foi possível obter das pequenas mudas os cinco centímetros caulinares referentes a tal porção.

4.8. *Pachira aquatica* Aubl.

Para a espécie *P. aquatica* Aubl., os teores de compostos fenólicos e de ligninas variaram bastante entre as diferentes porções vegetativas. Para o teor de compostos fenólicos, a porção de caule apresentou os maiores resultados, decrescendo, assim, para folha imatura, ápice caulinar, raiz e folha madura. Para as ligninas solúveis em ácido, a porção de raiz apresentou os maiores resultados, decrescendo, assim, para folha madura, folha nova, caule e ápice caulinar. Por fim,

para as ligninas insolúveis em ácido, a folha imatura apresentou os maiores resultados, decrescendo, assim, para a folha madura, caule, raiz e ápice caulinar.

4.9. *Psidium guajava* L.

Em *P. guajava* L., os teores de compostos fenólicos e de ligninas variaram entre as diferentes porções vegetativas mais do que em *P. aquatica* Aubl.. Dessa maneira, temos que, de acordo com os valores obtidos para compostos fenólicos que a folha madura apresentou maiores concentrações dos mesmos, decrescendo, para a porção de ápice caulinar, folha imatura, raiz e caule.

Para os valores obtidos do teor de ligninas solúveis em ácido, temos que a porção de raiz apresentou as maiores concentrações, enquanto que tivemos em ordem decrescente de concentração, caule, folha madura, folha imatura e ápice caulinar.

Para os valores obtidos do teor de ligninas insolúveis em ácido, temos que a porção de ápice caulinar apresentou as maiores concentrações, enquanto que tivemos, em ordem decrescente de concentração, folha madura, caule, raiz e folha imatura.

5. DISCUSSÃO

Neste trabalho foram avaliados os teores de compostos fenólicos e de ligninas encontrados em diferentes porções vegetativas de indivíduos de diferentes espécies arbóreas nativas, pertencentes a diferentes grupos sucessionais, visando correlacionar os dados obtidos com a classificação do grupo sucessional encontrada na literatura para cada uma das espécies utilizadas neste presente estudo.

5.1. *Erythrina speciosa* Andrews

A espécie *E. speciosa* Andrews apresentou elevados teores de ligninas insolúveis em ácido, baixos teores de ligninas solúveis em ácido e elevados teores de compostos fenólicos, em relação às demais espécies estudadas. Tal resultado pode estar associado à presença de acúleos nas porções vegetativas utilizadas (com exceção à raiz), os quais se originam do espessamento e endurecimento de células epidérmicas (Raven et al., 2001), influenciado sobretudo pela deposição de fibras e ligninas sobre o tecido vegetal. Dessa maneira, sendo tais acúleos uma defesa mecânica não imediatamente relacionada a uma resposta fisiológica do desenvolvimento e crescimento vegetal frente a fatores como pobreza de nutrientes ou condições diferentes de luminosidade, parte-se da análise do baixo teor de ligninas solúveis em ácido e do elevado teor de compostos fenólicos, os quais indicam que a espécie *E. speciosa* Andrews apresentou, dentre as demais espécies estudadas, tendência a comportamento pioneiro, conforme corroboram Engel e Poggiani (1990) e Lorenzi (2003), diferentemente de Venâncio (2010, dados não publicados) e Tofanello (2011) que a consideram uma espécie não-pioneira.

5.2. *Eugenia uniflora* L.

A espécie *E. uniflora* L. apresentou elevados teores de ligninas insolúveis em ácido e sobretudo de ligninas solúveis em ácido. Somando-se a tais resultados o baixo teor de compostos fenólicos encontrado, temos que *E. uniflora* L. comporta-se como uma espécie não-pioneira. Tal classificação é corroborada por Silva et al. (2000), Oliveira (2002), Leite e Rodrigues (2008) e Santos et al. (2009), que classificam-na como uma espécie secundária tardia, corroborada por Dias et al.

(1998) e Vaccaro et al. (1999), que classificam-na como uma espécie secundária inicial, corroborada por Aquino e Barbosa (2009), que classificam-na como uma espécie de sub-bosque e, por fim, corroborada por Venâncio (2010, dados não publicados) que considera-a uma espécie não pioneira, diferentemente do encontrado por Tofanello (2011), que considera-a uma espécie pioneira.

5.3. *Hevea brasiliensis* M. Arg.

Para a espécie *H. brasiliensis* M. Arg. considerou-se como ocorrendo tendência a comportamento não-pioneiro. Segundo Gama et al. (2002), trata-se de uma espécie clímacica tolerante à sombra mesmo quando em fase adulta. Tal adaptação pode ser indicada pelos valores intermediários dos teores de ligninas solúveis e insolúveis em ácido e dos teores de compostos fenólicos, em comparação aos encontrados nas outras espécies estudadas. Além disso, os indivíduos de *H. brasiliensis* M. Arg. foram mantidos em casa de vegetação, sem sombreamento, o que pode ter colaborado para os teores de compostos fenólicos encontrados no presente trabalho, uma vez que de acordo com Coley et al. (1985) e Coley (1988), espécies expostas a ambientes mais abertos tendem a incrementar suas defesas químicas tidas como móveis, como por exemplo compostos fenólicos.

Para Venâncio (2010) e Tofanello (2011), a espécie *H. brasiliensis* M. Arg. é também considerada uma espécie não-pioneira.

5.4. *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.

A espécie *H. courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang apresentou tendência a comportamento pioneiro. Tal classificação contrasta com Lorenzi (1992) e Portes et al. (2010), que consideram-na uma espécie secundária, com Davide et al. (1995) que consideram-na uma espécie clímax exigente de luz, com Carvalho et al. (2006) que consideram-na uma espécie clímax, com Carvalho (1994) que considera-a uma espécie secundária tardia à clímax, com Almeida (1999) que considera-a uma espécie clímax tolerante à sombra, com Souza e Valio (2001) que consideram-na uma espécie de estágios tardios da sucessão e, por fim, com Venâncio (2010) que considera-a uma espécie não-pioneira. Entretanto a presente classificação de *H. courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang enquanto uma

espécie pioneira, corroborada por Tofanello (2011), pode ser compreendida a partir do fato de que a mesma apresenta ampla distribuição geográfica (CAMPOS e UCHIDA, 2002), sendo em território brasileiro no Estado do Paraná, na floresta semidecídua (LORENZI, 2003), nas matas de terra firme, em áreas altas de várzea, sobre solos argilosos e mesmo sobre campos e capoeiras (CAMPOS e UCHIDA, 2002). Toda essa abrangente área de ocorrência evidencia uma plasticidade adaptativa da espécie (aclimatação), possibilitando assim a sua sobrevivência em ambientes variavelmente heterogêneos (SULTAN, 1992; PINTADO et al., 1997). Assim, os valores intermediários obtidos dos teores de ligninas solúveis e insolúveis em ácido bem como de compostos fenólicos, podem ser compreendidos como uma consequência da elevada adaptabilidade da espécie a diferentes condições ambientais, o que remete-nos a ambientes variáveis/instáveis, típicos dos ambientes aos quais as espécies pioneiras estão submetidas.

5.5. *Joannesia princeps* Vell.

A espécie *J. princeps* Vell. apresentou tendência a comportamento pioneiro, uma vez que apresentou teores intermediários de ligninas solúveis e insolúveis em ácido porém, teores elevados de compostos fenólicos (maiores concentrações dentre as demais espécies utilizadas). Tal classificação enquanto uma espécie pioneira é corroborada por Copabiango (2009), Costa (2010) e Tofanello (2011), mas não por Araujo et al. (2009) e Ferreira et al. (2009), que consideram-na uma espécie secundária inicial e climática, respectivamente.

5.6. *Lechytis pisonis* Cambess

A espécie *L. pisonis* Cambess apresentou tendência a comportamento não-pioneiro. *L. pisonis* Cambess, de maneira geral, apresentou os maiores teores de ligninas insolúveis em ácido e os menores teores de compostos fenólicos, assim como *L. tomentosa* (Benth.) Fritsch – tal fato acentua a classificação de *L. pisonis* Cambess enquanto espécie não-pioneira, classificação corroborada por Rolim et al. (1999).

5.7. *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch

Para *L. tomentosa* (Benth.) Fritsch, considerou-se comportamento não-pioneiro, uma vez que possuiu elevados teores de ligninas e baixos teores de compostos fenólicos. Tal classificação é corroborada por Venâncio (2010) e por Tofanello (2011).

5.8. *Pachira aquatica* Aubl.

Para a espécie *P. aquatica* Aubl., encontrou-se tendência a comportamento pioneiro devido aos baixos teores de ligninas encontrados para a maioria das porções vegetais utilizadas e ao elevado teor de compostos fenólicos encontrado, um dos maiores perante ao encontrado nas demais espécies utilizadas no presente estudo. Tal classificação é corroborada por Carvalho (1994), que a considera uma espécie pioneira à secundária, e com Lorenzi (2003), que a considera pioneira, diferentemente do obtido por Venâncio (2010) e por Tofanello (2011), ambas classificando a espécie como não-pioneira.

5.9. *Psidium guajava* L.

Para a espécie *P. guajava* L., encontrou-se tendência a comportamento não-pioneiro, embora possuindo elevados teores de compostos fenólicos, os quais podem ser compreendidos devido às condições às quais as plantas foram mantidas em casa de vegetação: luminosidade intensa, o que não corresponde a condições propícias ao desenvolvimento de espécies não-pioneiras. Porém, pode haver certa adaptabilidade elevada, assim como a observada para *H. courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang, o que se sustenta frente aos elevados teores encontrados de ligninas solúveis em ácido. Todo esse aspecto contrastante da classificação de *P. guajava* L. quanto ao grupo sucessional está evidenciado na literatura: Budowski (1970) e Lorenzi (2003) consideram-na uma espécie pioneira, Fernandes (1998), Almeida (1999), Pezzopane (2001) e Louzada (2002) consideram-na uma espécie secundária tardia e Davide et al. (1995) consideram-na uma espécie climática exigente de luz. Para Venâncio (2010), *P. guajava* L. se

mantém como uma espécie não-pioneira, diferentemente do obtido por Tofanello (2011), que considera-a uma espécie pioneira.

5.10. Comparação dos resultados obtidos com os encontrados na literatura

Para uma melhor compreensão acerca dos resultados obtidos, foi elaborado um quadro contendo a classificação sucessional encontrada para cada uma das espécies utilizadas no presente estudo, referenciando-as como pioneira ou não-pioneira, correlacionando as classificações atribuídas às já existentes na literatura (APÊNDICE 8.2., TABELA 6).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classificação das espécies quanto ao grupo sucessional ao qual pertencem é bastante contraditória na literatura consultada, sendo que algumas espécies são classificadas desde pioneiras à climax. Assim sendo, o presente estudo, mesmo que ainda com poucas espécies, já mostrou que, é possível a utilização dos teores de ligninas solúveis e insolúveis em ácido e dos teores de compostos fenólicos como parâmetros para a classificação das espécies quanto ao grupo sucessional.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. S. Jr. **Florística e fitossociologia da fragmentação da floresta estacional semidecídua, Viçosa, MG**. 1999. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa – MG.
- ALVES, E. S.; TRESMONDI, F.; LONGUI, E. L. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SR, Brasil. **Acta. bot. bras.** Vol.22, n.º 1, p.241-248, 2008.
- AQUINO, C.; BARBOSA, L. M. Classes sucessionais e síndrome de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal/SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Árvore**, v.33, n.º2, p. 349-358, 2009.
- ARAUJO, M. H. T.; CARDOSO-LEITE, E.; CHAGAS, E. P. Os fragmentos florestais urbanos do campus da UNIFEOB (São João da Boa Vista – SP): uma abordagem qualitativa como proposta para conservação e manejo. **REVSBAU**, v. 04, n. 03, p. 49-68. 2009.
- AZEVEDO, S. K. S.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Bot Bras.**, v.20, p.185-94, 2006.
- BALBACH, A. **A Flora Nacional na Medicina Doméstica**. 17ª ed. São Paulo: Edificação do Lar, 919p., 1989.
- BARBOSA, L. M. **Considerações Gerais e Modelos de Recuperação de Formações Ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. 2000. 320p.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; LEDERMAN, I. E. **Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. Jaboticabal: Funep, 30 p. (Série Frutas Nativas, 1). 2000.
- BORTOLETO, S.; FILHO, D. F. S.; SOUZA, V. C.; FERREIRA, A. P.; POLIZEL, J. L.; RIBEIRO, R. C. S. Composição e distribuição da arborização viária da estância de águas de São Pedro - SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Vol.2, n.º 3, p.32-46. 2007.
- BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American Rain Forest Species in the Light of Successional Processes. **Turrialba**. Vol. 15. 1965. 40-42p.

BUDOWSKI, G. The distinction between old secondary and climax species in tropical central american lowland rainforest. **Tropical Ecology**, v.11, p. 44-48, 1970.

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.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.º3, p.281-288, 2002.

CARVALHO, A. A. T.; SAMPAIO, M. C. C.; SAMPAIO, F. C.; MELO, A. F. M.; SENA, K. X. F. R.; CHIAPPETA, A. A.; HIGINO, J. S. Atividade antimicrobiana in vitro de extratos hidroalcoólicos de *Psidium guajava* L. sobre bactérias gram-negativas. **Acta Farm. Bonaerense**. Vol.21, n.º4, p.255-258, 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.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 641p.

CARVALHO, W.; CANILHA, L.; FERRAZ, A.; MILAGRES, A. M. F. Uma visão sobre a estrutura, composição e biodegradação da madeira. **Química Nova**. Vol. 32. N.º 08. 2009. 2191-2195p.

CASTILLO, F. J.; PENEL, C.; GREPPIN, H. Peroxide release induced by ozone in *Sedum album* leaves: involvement of Ca^{2+} . **Plant Physiology**. Vol. 74. 1984. 846-851p.

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

COLEY, P. D. Effects of plant growth rate and leaf lifetime on the amount and type of anti-herbivore defense. **Oecologia**. 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.

COLOMBO, C.A. Importância, conservação e uso do germoplasma em *Hevea* spp. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.3, p. 21–25, 1989.

COPABIANGO, R. F.; VESTENA, S.; BITTENCOURT, A. H. C. Alelopatia de *Joannesia princeps* Vell. e *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 04, p. 924-930, 2009.

COSTA, M. do P. et al. Avaliação do Processo de reabilitação de um trecho de floresta ciliar na Bacia do Rio Itapemirim – ES. **Revista Árvore**, v. 34, n. 05, p. 835-851, 2010.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 4, n.º 2, 2004.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG; Lavras: UFLA, 1995. 40p.

DEAN, J. F. D. **Lignin Analysis**. In: DASHEK, W. V. (Ed.). *Methods in Plant biochemistry and molecular biology*. Flórida: CRC Press, 1997. 457p.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; LOBO, P. C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi-PR. **Rev, Bras. Bot.** Vol. 21, n.º 2, 1998.

DONADIO, L. C.; MORO, F.V.; SERVIDONE, A. A. **Pitanga**. In: *Frutas Brasileiras*. Novos Talentos, Jaboticabal, p.240-243. 2002.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais**. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. n. 43-44, p. 1-10, 1990.

FERNANDES, H. A. C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. 1998. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa – MG.

FERNANDES, J.; CASTILHO, R. O.; COSTA, M. R.; WAGNER-SOUZA, K.; KAPLAN, M. A. C.; GATTASS, C. R. Pentacyclic triterpenes from Chrysobalanaceae species: cytotoxicity on multidrug resistant and sensitive leukemia cell lines. **Cancer Letters** 190(2): p. 165-169, 2003.

FERNANDES, J.; WEINLICH, R.; CASTILHO, R.O.; KAPLAN, M.A.C.; AMARANTE-MENDES, G.P.; GATASS, C. R. Pomolic acid triggers mitochondria-dependent apoptotic cell death in leukemia cell line. **Cancer Letters**, v. 219, p. 49-55, 2005.

FERREIRA, F. A.; GASPAROTTO, L.; LIMA, M. I. P. M. Uma ferrugem (*Phakopsora tomentosae* sp. nov.) no oiti, em Manaus. **Fitopatologia Brasileira** v.26, p.206-208. 2001.

FERREIRA, W. C. et al. Estabelecimento de Mata Ciliar às Margens do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 01, p. 69-81, 2009.

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.

FIDANTSEF, A. L.; STOUT, M. J., THALER, J. S.; DUFFEY, S. S. e BOSTOCK, R. M. Signal interactions in pathogen and insect attack: systemic plant-mediated interactions between pathogens and herbivores of the tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Physiol. Mol. Plant Pathol.** Vol. 54. 1999. 115-130p.

FLORES, E. M.; BENAVIDES, C. E. Germinación y morfología de la plántula de *Hymenaea courbaril* L. (Caesalpinaceae). **Revista Biol. Tropical**, v. 38, p. 91-8, 1990.

FONSECA, E. T. **A indústria do papel**. Departamento de Estatística e Publicidade 70 p. 1935

FOUQUÉ, A. Espèces Fruitieres D'Amerique Tropicale. **Fruits**, Vol. 17, n.º 1, p.62-72. 1972

FREISE, F. W. Einig unbekannte. Anthelmintica Brasiliens. **Deutsche Apotheker-Zeitung**, v.44, p.1480-2, 1929.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES- GAMA, M. M. Composição florística e estrutural da regeneração natural de florestas secundárias de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, p. 559-566, 2002.

GOLDSCHIMID, O. **Ultraviolet spectra**. In: SARKANEN, K.V.; LUDWIG, C.H. Lignins: occurrence, formation, structure and reations. New York: J. Wiley & Sons, 1971. 241-266p.

GOMIDE, J.L.; DEMUNER, B.J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo. Vol. 47. N.º 8. 1986. 36-38p.

GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.A.M.; MARTINS, A.L.M.; LAVORENTTI, C. Biologia, citogenética e ploidia de espécies do gênero *Hevea*. **O Agrônômico**, v.41, p.40-64, 1989.

GUTIERREZ, J. P. R. **Estudo do Sistema Ligninolítico do Ascomiceto *Crhysonilia sitophila***. Tese de Doutorado, UNICAMP, Instituto de Química, 1990. 119p.

HARBORNE, J.B. **Phytochemical methods: a guide of plant analysis**. London, Chapman and Hall. 1973. 278p.

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.

HERMS, D. A.; MATTSON, W. J. The Dilemma of Plants: To Grow or Defend. **The Quarterly Review of Biology**. Vol. 67. N.º 3. 1992. 283-335p.

HIGUCHI, T. **The Discovery of Lignin**. In: KUNG, S.; Yang, S. (Ed.). Discoveries in Plant Biology. Vol.2. Singapura: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 1998. 392p.

IHA, S. M.; MIGLIATO, K. F.; VELLOSA, J. C. R.; SACRAMENTO, L. V. S.; PIETRO, R. C. L. R.; ISAAC, V. L. B.; BRUNETTI, I. L.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N. Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética. **Rev. Bras. Farmacogn.** Vol.18, n.º3, p.387-393, 2008.

KAGEYAMA, P. Y. **Recuperação de Áreas Ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. 2000. 320p.

KOSZO, C. R. **Germinação de sementes de *Erythrina speciosa* Andrews e *Eugenia brasiliensis* Lam. em meio ácido**. 2006. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente).

LEITE, E. C.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n.º 3, p.583-595, 2008.

LIMA, G. P. P.; ROCHA, S. A.; TAKAKI, M.; RAMOS, P. R. R. & ONO, E. O. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science and Technology**. Vol. 43. 2008. 1838-1843p.

LOPES, W. P.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no parque estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. **Acta Bot Bras**, v.16, p.443-56, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Editora Plantarum. 1992. 368p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Editora Plantarum. 1995. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Editora Plantarum. 2003. 352p.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Vol. 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas p.193-196. 1979.

LOUZADA, C. **Composição florística e estrutura de vegetação arbórea em diferentes condições fisiográficas de um fragmento de floresta estacional semidecidual secundária, na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2002. 149f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, MG.

MARGALEF, R. **Perspectives in Ecological Theory**. Chicago: University of Chicago Press. 1968. 111p.

MATERN, U.; KNEUSEL, R. Phenolic compounds in plant disease resistance. **Phytoparasitica**. Vol. 16. 1988. 153-170p.

MIRANDA, M. M.; GONÇALVES, J. L.; ROMANOS, M. T.; SILVA, F. P.; PINTO, L.; SILVA, M. H.; EJZEMBERG, R.; GRANJA, L. F.; WIGG, M. D. Anti-herpes simplex virus effect of a seed extract from the tropical plant *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Chrysobalanaceae). **Phytomed**, vol. 9, p. 641-645, 2002.

MORAIS, G. A. **Germinação e desenvolvimento inicial de *Hymenaea courbaril* L.**: o efeito de condições ambientais contrastantes e da remoção cotiledonar. 2000. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, área de Biologia Vegetal, Instituto de Biociências, UNESP - Rio Claro)

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T. **Useful plants of Brazil**. San Francisco: Holden Day Inc., 160p., 1966.

NOVELINI, A. C.; CONFORTO, E. C. Comparação anatômica e fisiológica entre folhas de seringueira de sol e de sombra. **Revista Hiespeci & Lema**, vol. 09, p. 29-30, 2006.

ODUM, E. P. The Strategy of Ecosystem Development. **Science, New Series**. Vol. 164. N.º 3877. 1969. 262-270p.

OLIVEIRA, R. R. Ação antrópica e resultados sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica da Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, v.53, n.º82, p.33-58, 2002.

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.

PARENTE, E.J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza-CE: Unigráfica, p. 66, 2003.

PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização fitossociológica, microclimática e ecofisiológica em uma floresta estacional semidecídua secundária**. 2001. 225f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa - MG

PILLAR, V. P. **Dinâmica Temporal da Vegetação**. UFRGS: Departamento de Botânica. 1994. 7p. Disponível em: http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/Manuscripts&Misc/8_Sucessao_94Nov21.pdf (acesso em 03/06/2010).

PILÓ-VELOSO, D.; NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, A. L. Isolamento e Análise Estrutural de Ligninas. **Química Nova**. Vol. 16. N.º 5. 1993. 435-448p.

PINTADO, A., VALLADARES, F. and SANCHO, LG. Exploring phenotypic plasticity in the lichen *Ramalina capitata*: morphology, water relations and chlorophyll content in north- and south-facing populations. **Annals of Botany**, v. 80, n. 3, p. 345-353, 1997.

PORTES, M. T.; DAMINELI, D. S. C.; RIBEIRO, R. V.; MONTEIRO, J. A. F.; SOUZA, G. M. Evidence of higher photosynthetic plasticity in the early successional *Guazuma ulmifolia* Lam. compared to the late successional *Hymenaea courbaril* L. grown in contrasting light environments. **Brazilian Journal of Biology**. v. 70, n. 01, p. 75-83, 2010.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. 2001. **Biologia Vegetal**. 6ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.17-39.

REIS, A.; ZAMBONIM, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas degradadas utilizando a sucessão ecológica e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série 3: Recuperação: Caderno 14. 1999.

RIZZINI, C. T. **Plantas Ornamentais**. Rio de Janeiro, IBGE, 70p., 1977.

ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M. Mortalidade e recrutamento de árvores na floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Florestalis**. N.º 55, p. 49-69, 1999

ROSSATTO, D. R.; TSUBOY, M. S. F.; FREI, F. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa. **REVSBAU**, v.3, n.º3, p.1-16, 2008.

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.

SAKAKIBARA, A.; SANO, Y. **Chemistry of Lignin**. In: HON, D.N.; SHIRAISHI, N. (Ed.). Wood and cellulosic chemistry. 2ª ed. Flórida: CRC Press, 2000. 928p.

SANTANA, M. A. E.; EIRAS, K. M. M.; PASTORE, T. C. M. Avaliação da madeira de quatro clones de *Hevea brasiliensis* por meio de sua caracterização físico-mecânica. **Brasil Florestal**, n.º 70, p.61-68, 2001.

SANTOS, I. D. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica, contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Ciências Florestais, 2008. 57p.

SANTOS, M. J. C.; NASCIMENTO, A. V. S.; SILVA, C. E. Caracterização dos remanescentes florestais naturais da zona rural de Guapiara, São Paulo. **Acta Florestalis**, Aracaju, v.1, n.º1, p.29-46, 2009.

SCHULTZ, A.R. **Introdução ao Estudo da Botânica Sistemática**. Porto Alegre, Ed. Globo S.A., 427p., 1963.

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO-FILHO, H. F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.24, n.º4, p. 397-405, 2000.

SILVA, E. M.; SILVA, A. M.; MELO, P. H.; BORGES, S. S.; LIMA, S. C. Estudo da arborização urbana do bairro Mansour, na cidade de Uberlândia - MG. **Caminhos de Geografia**, vol. 3, n.º 5, p.73-83. 2002.

SOUSA, M.P.; MATOS, M.E.O.; MATOS, F.J.A. **Constituintes químicos Ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza (CE): Imprensa Universitária/ UFC, (Laboratório de Produtos Naturais), 1991. 416p.

SOUZA, R. P. de; VALIO, I. F. M. Seed Size, Seed Germination, and Seedling Survival of Brazilian Tropical Tree Species Differing in Successional Status. **Biotropica**, v. 33, n.03, p. 447-457, 2001.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. São Paulo: Instituto Plantarum. 2005. 640p.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity and the Neo-Darwinian legacy. **Evolutional Trends in Plants**, v. 6, n. 2, p. 61-71, 1992.

SWAIN, T.; HILLIS, W. T. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. London. Vol.10. 1959. 135 144p.

TASSARA, H. **Frutas do Brasil**. São Paulo: Empresa Artes. 1996.

TIGRE, C. B. **Estudos de silvicultura especializada do nordeste**. Mossoró: ESAM. 180p. 1976

TEIXEIRA, E. **Frutas do Brasil**. 2004

<http://www.alicesoftware.com/webs/treesnew/aweb/td001/td00035.htm> (acesso em 05/10/2011)

TOFANELLO, V. R. **Análise da atividade de peroxidases e polifenoloxidasas em diferentes órgãos vegetativos de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos sucessionais**. 2011. 36p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, v.9, n.º1, p. 1-18, 1999.

VAN LOON, L.C. Systemic acquired resistance, peroxidase activity and lesion size in tobacco reacting hypersensitively to tobacco mosaic virus. **Physiol. Plant Pathol.** Vol. 8. 1976. 231-242p.

VENANCIO, M. M. H. **Classificação do grupo sucessional de espécies nativas por análise do processo de estiolamento de plântulas**. 2010. 73p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Tratado de Cooperación Amazonica, Lima. 1996.

VITALI, M. J. **Entomofauna visitante de *Erythrina speciosa* Andrews (Leguminosae) durante o seu período de floração.** 1993. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP - Rio Claro)

WHETTEN, R.; SEDEROFF, R. Lignin Biosynthesis. **The Plant Cell.** Vol.7. Jul/1995. 1001-1013p.

8. APÊNDICES

8.1. Lista de Figuras



Figura 1: *E. speciosa* Andrews (flores)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 2: *E. uniflora* L. (flores)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 3: *E. uniflora* L. (caule)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 4: *H. brasiliensis* M. Arg. (flores)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 5: *H. brasiliensis* M. Arg. (caule)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro

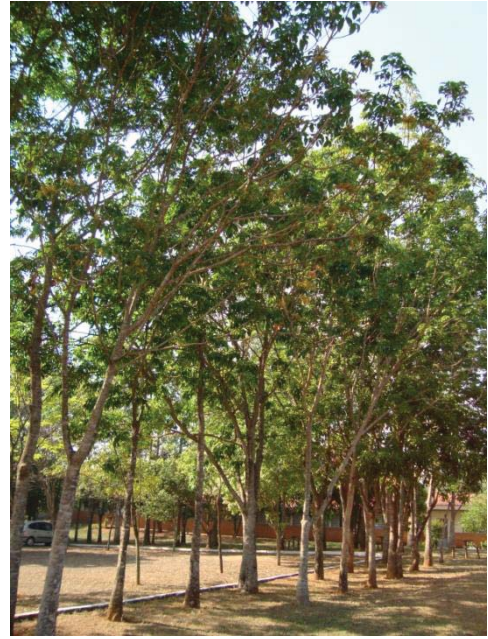


Figura 6: *H. brasiliensis* M. Arg.
Fonte: Vanessa Regina Tofanello



Figura 7: *H. courbaril* L. (mudas)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 8: *H. courbaril* L. (juvenil)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 9: *H. courbaril* L. (folhas)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 10: *H. courbaril* L. (caule)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 11: *J. princeps* Vell. (mudas)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 12: *J. princeps* Vell. (caule)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 13: *L. pisonis* Cambess
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 14: *L. pisonis* Cambess (flores)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 15: *L. pisonis* Cambess (frutos)
Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 16: *L. tomentosa* (mudas)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 17: *L. tomentosa* (caule)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 18: *L. tomentosa* (folhas)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 19: *L. tomentosa*

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 20: *P. aquatica* Aubl. (germinação)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 21: *P. aquatica* Aubl. (muda)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 22: *P. aquatica* Aubl. (caule)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 23: *P. aquatica* Aubl. (lenho)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 24: *P. aquatica* Aubl.

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 25: *P. guajava* L.

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro



Figura 26: *P. guajava* L. (caule)

Fonte: Artur Rodrigues Janeiro

8.2. Lista de Tabelas

Tabela 01: Valores de ligninas solúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco), de ligninas insolúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco) e de compostos fenólicos (mg/g de material seco) em porção de raiz para cada uma das espécies estudadas.

Porção de raiz			
Espécies	Ligninas Solúveis em ácido (mg/g material seco)	Ligninas Insolúveis em ácido (mg/g material seco)	Compostos Fenólicos (mg/g material seco)
<i>Erythrina speciosa</i>	3,202 ± 0,007	708,26 ± 139,70	0,0678 ± 0,0070
<i>Eugenia uniflora</i>	4,074 ± 0,0064	701,12 ± 133,21	0,0342 ± 0,0055
<i>Hevea brasiliensis</i>	3,816 ± 0,0018	602,06 ± 78,79	0,6643 ± 0,0444
<i>Hymenaea courbaril</i>	3,411 ± 0,0008	469 ± 64,76	0,099 ± 0,0078
<i>Joannesia princeps</i>	3,605 ± 0,0046	534 ± 116,97	0,5931 ± 0,0521
<i>Lecythis pisonis</i>	2,905 ± 0,0026	753,55 ± 96,31	0,2362 ± 0,0529
<i>Licania tomentosa</i>	3,944 ± 0,0081	677 ± 44,39	0,3668 ± 0,0167
<i>Pachira aquatica</i>	3,357 ± 0,0073	291,06 ± 28,21	0,5368 ± 0,0847
<i>Psidium guajava</i>	4,305 ± 0,0017	478,96 ± 80,59	0,478 ± 0,0203

Tabela 02: Valores de ligninas solúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco), de ligninas insolúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco) e de compostos fenólicos (mg/g de material seco) em porção de caule para cada uma das espécies estudadas.

Porção de caule			
Espécies	Ligninas Solúveis em ácido (mg/g material seco)	Ligninas Insolúveis em ácido (mg/g material seco)	Compostos Fenólicos (mg/g material seco)
<i>Erythrina speciosa</i>	2,983 ± 0,0045	569,53 ± 211,80	0,5594 ± 0,0703
<i>Eugenia uniflora</i>	3,412 ± 0,0076	566,36 ± 103,18	0,219 ± 0,1107
<i>Hevea brasiliensis</i>	3,613 ± 0,0013	605,66 ± 72,23	0,3711 ± 0,2395
<i>Hymenaea courbaril</i>	3,747 ± 0,0010	477,4 ± 113,13	1,1597 ± 0,0646
<i>Joannesia princeps</i>	3,619 ± 0,0246	523 ± 187,80	0,4206 ± 0,0792
<i>Lecythis pisonis</i>	3,38 ± 0,00093	680,72 ± 161,45	0,2271 ± 0,0237
<i>Licania tomentosa</i>	3,828 ± 0,0016	677,8 ± 44,39	0,0079 ± 0,0006
<i>Pachira aquatica</i>	2,984 ± 0,0040	334,86 ± 56,39	1,2694 ± 0,1958
<i>Psidium guajava</i>	4,302 ± 0,0030	517,34 ± 161,23	0,4183 ± 0,1032

Tabela 03: Valores de ligninas solúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco), de ligninas insolúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco) e de compostos fenólicos (mg/g de material seco) em folha madura de cada uma das espécies estudadas.

Folha madura			
Espécies	Ligninas Solúveis em ácido (mg/g material seco)	Ligninas Insolúveis em ácido (mg/g material seco)	Compostos Fenólicos (mg/g material seco)
<i>Erythrina speciosa</i>	3,033 ± 0,0012	634,4 ± 116,12	0,4225 ± 0,0468
<i>Eugenia uniflora</i>	4,077 ± 0,0026	535,27 ± 216,96	0,1306 ± 0,0603
<i>Hevea brasiliensis</i>	3,368 ± 0,0172	535,73 ± 24,94	0,5589 ± 0,0523
<i>Hymenaea courbaril</i>	3,254 ± 0,0023	566,99 ± 134,79	1,6384 ± 0,6071
<i>Joannesia princeps</i>	3,07 ± 0,001	419,85 ± 213,37	2,1778 ± 0,2024
<i>Lecythis pisonis</i>	3,879 ± 0,0218	676,62 ± 63,87	0,1612 ± 0,0633
<i>Licania tomentosa</i>	2,382 ± 0,0015	566,93 ± 69,77	0,0158 ± 0,0016
<i>Pachira aquatica</i>	3,201 ± 0,0136	345,26 ± 49,65	0,4803 ± 0,0452
<i>Psidium guajava</i>	3,412 ± 0,001	674,1 ± 562,27	2,9711 ± 1,7229

Tabela 04: Valores de ligninas solúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco), de ligninas insolúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco) e de compostos fenólicos (mg/g de material seco) em folha imatura de cada uma das espécies estudadas. Quando a espécie não apresentou determinada porção vegetativa, a ausência da mesma foi assinalada com o sinal -.

Folha imatura			
Espécies	Ligninas Solúveis em ácido (mg/g material seco)	Ligninas Insolúveis em ácido (mg/g material seco)	Compostos Fenólicos (mg/g material seco)
<i>Erythrina speciosa</i>	3,285 ± 0,0026	314,66 ± 54,68	1,2004 ± 0,1128
<i>Eugenia uniflora</i>	-	-	-
<i>Hevea brasiliensis</i>	1,877 ± 0,0092	343,5 ± 80,39	0,0509 ± 0,023
<i>Hymenaea courbaril</i>	-	-	-
<i>Joannesia princeps</i>	2,918 ± 0,0034	471,66 ± 171,63	3,6093 ± 1,3591
<i>Lecythis pisonis</i>	-	-	-
<i>Licania tomentosa</i>	2,29 ± 0,0175	357,66 ± 74,61	0,4116 ± 0,0969
<i>Pachira aquatica</i>	3,193 ± 0,0081	561,18 ± 200,51	1,0695 ± 0,5857
<i>Psidium guajava</i>	3,377 ± 0,0152	457,61 ± 148,44	0,8696 ± 0,0938

Tabela 05: Valores de ligninas solúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco), de ligninas insolúveis em ácido sulfúrico (mg/g de material seco) e de compostos fenólicos (mg/g de material seco) em porção de ápice caulinar de cada uma das espécies estudadas. Quando a espécie não apresentou determinada porção vegetativa, a ausência da mesma foi assinalada com o sinal -.

Ápice caulinar			
Espécies	Ligninas Solúveis em ácido (mg/g material seco)	Ligninas Insolúveis em ácido (mg/g material seco)	Compostos Fenólicos (mg/g material seco)
<i>Erythrina speciosa</i>	3,286 ± 0,0025	775,34 ± 268,68	2,4211 ± 0,4443
<i>Eugenia uniflora</i>	-	-	-
<i>Hevea brasiliensis</i>	2,005 ± 0,0414	461,73 ± 65,70	0,4622 ± 0,2935
<i>Hymenaea courbaril</i>	-	-	-
<i>Joannesia princeps</i>	3,813 ± 0,0046	673,13 ± 176,1	0,3896 ± 0,1195
<i>Lecythis pisonis</i>	-	-	-
<i>Licania tomentosa</i>	-	-	-
<i>Pachira aquatica</i>	2,75 ± 0,0024	244,76 ± 183,07	0,579 ± 0,2723
<i>Psidium guajava</i>	3,129 ± 0,0016	851,41 ± 113,51	1,0602 ± 0,1811

Tabela 06: Classificação do grupo sucessional atribuído às espécies estudadas

Espécie	Classificação sucessional encontrada	Classificação sucessional citada na literatura
<i>Erithrina speciosa</i>	pioneira	pioneira ^{1,2} , não-pioneira ^{3, 28}
<i>Eugenia uniflora</i>	não-pioneira	pioneira ²⁸ , secundária inicial ^{4,5} ; secundária tardia ^{6,7,8,9} ; de sub-bosque ¹⁰
<i>Hevea brasiliensis</i>	não-pioneira	não-pioneira ²⁸ , climática tolerante à sombra ¹¹
<i>Hymenaea courbaril</i>	pioneira	secundária ^{12,13} ; secundária tardia à climática ¹⁴ ; climática exigente de luz ¹⁵ ; climática tolerante à sombra ¹⁶ ; de estádios tardios da sucessão ¹⁷
<i>Joannesia princeps</i>	pioneira	pioneira ^{18,19,28} ; secundária inicial ²⁰ , climática ²¹
<i>Lecythis pisonis</i>	não-pioneira	não-pioneira ²²
<i>Licania tomentosa</i>	não-pioneira	não-pioneira ^{3,28}
<i>Pachira aquatica</i>	pioneira	pioneira ² ; pioneira à secundária ¹⁴ ; não-pioneira ²⁸ , climática ³
<i>Psidium guajava</i>	não-pioneira	pioneira ^{2,23,28} ; secundária tardia ^{24,25,26,27} ; climática exigente de luz ¹⁵

¹ Engel e Poggiani (1990); ² Lorenzi (2003); ³ Venancio (2010); ⁴ Dias et al. (1998); ⁵ Vaccaro et al. (1999); ⁶ Silva et al. (2000); ⁷ Oliveira (2002); ⁸ Leite e Rodrigues (2008); ⁹ Santos et al. (2009); ¹⁰ Aquino e Barbosa (2009); ¹¹ Gama et al. (2002); ¹² Lorenzi (1992); ¹³ Portes et al. (2010); ¹⁴ Carvalho (1994); ¹⁵ Davide et al. (1995); ¹⁶ Almeida (1999); ¹⁷ Souza e Valio (2001); ¹⁸ Copabianco (2009); ¹⁹ Costa (2010); ²⁰ Araujo et al. (2009); ²¹ Ferreira et al. (2009); ²² Rolim et al. (1999); ²³ Budowski (1970); ²⁴ Fernandes (1998); ²⁵ Almeida (1999); ²⁶ Pezzopane (2001); ²⁷ Louzada (2002); ²⁸ Tofanello (2011)

Artur Rodrigues Janeiro

Orientador: Massanori Takaki