



Identificação de madeiras comerciais tropicais por espectrofotometria UV-VIS

Aline Cardoso Silva Machado¹, Adriana de Fátima Gomes Gouvêa², Jonas de Souza Côrrea³,
Gustavo Ruivo Salmazzo⁴

Resumo. O mercado madeireiro requisita cada vez mais conhecimento acerca do material utilizado, principalmente, para que não ocorra sub ou superestimação da qualidade e aplicações dos produtos obtidos, além dos erros de nomenclatura na identificação científica de espécies durante a sua comercialização. A Espectrofotometria de Absorção Molecular na Região do Ultravioleta-Visível (UV-VIS) surge nesse contexto, como uma tecnologia passível de aplicação visando a determinação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes nas madeiras. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma técnica rápida de identificação de espécies madeireiras, por meio da avaliação da variabilidade existente nos picos das absorbâncias dos extrativos solubilizados em água, obtidos das varreduras espectrais realizadas em espectrofotômetro UV-VIS. Foram analisadas seis espécies tropicais comerciais (*Myracrodryon urundeuva*, *Cedrela fissilis*, *Pterodon* sp., *Tabebuia* sp., *Bowdichia virgilioides*, *Anandenanthera* sp.) e uma exótica (*Corymbia citriodora*). Para o estudo foram utilizados dois grupos distintos: Madeiras velhas - madeiras expostas às intempéries, com idade superior 20 anos; e Madeiras novas - madeiras recém cortadas, com idade inferior a 10 anos. Foram obtidos os extrativos das madeiras solubilizados em água e por meio da espectrofotometria UV-VIS, obtiveram-se as absorbâncias. Os resultados obtidos demonstraram que, independentemente da idade, tempo de corte e/ou exposição às intempéries, os compostos químicos presentes nos extrativos do cerne da madeira das mesmas espécies analisadas, apresentaram os mesmos picos característicos de absorbância nos comprimentos de onda da faixa UV-VIS para cada espécie, o que torna possível a identificação da madeira de forma qualitativa e quantitativa.

Submitted on:
06/16/2021

Accepted on:
07/20/2021

Published on:
07/27/2021



Open Access
Full Text Article



Palavra-chave: Extrativo. Cerne. Absorbância. Idade.

DOI:10.21472/bjbs.v08n19-005

Identification of tropical commercial wood by UV-VIS spectrophotometry

Abstract. The timber market increasingly requires more knowledge about the material used, mainly so that there is no under or overestimation of the quality and applications of the products obtained, in addition to errors in nomenclature in the scientific identification of species during their

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Estado do Sul, Brasil.
E-mail: alineacs98@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-7753-130X>

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Estado do Sul, Brasil. E-mail: agouvea@uems.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3414-7188>

³ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Estado do Sul, Brasil.
E-mail: jonas_agua@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6283-7290>

⁴ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Estado do Sul, Brasil.
E-mail: gustavosalmazzo@uems.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7686-699X>

commercialization. Molecular Absorption Spectrophotometry in the Ultraviolet-Visible Region (UV-VIS) appears in this context, as a technology that can be applied to determine organic and inorganic compounds present in wood. The objective of this work was to develop a rapid technique for identifying wood species, by evaluating the variability in the absorbance peaks of extractives solubilized in water, obtained from spectral scans carried out on a UV-VIS spectrophotometer. Six commercial tropical species (*Myracrodryon urundeuva*, *Cedrela fissilis*, *Pterodon* sp., *Tabebuia* sp., *Bowdichia virgilioides*, *Anandeanthera* sp.) and one exotic (*Corymbia citriodora*) were analyzed. Two different groups were used for the study: Old wood - wood exposed to the elements, aged over 20 years; and New wood - freshly cut wood, less than 10 years old. Wood extractives were obtained solubilized in water and absorbances were obtained using UV-VIS spectrophotometry. The results obtained demonstrated that, regardless of the age, cutting time and/or exposure to the elements, the chemical compounds present in extractives from the wood core of the same species analyzed, presented the same characteristic absorbance at wavelengths in the UV-VIS range for each species, which makes it possible to identify the wood qualitatively and quantitatively.

Keywords: Extractives. Heartwood. Age. Absorbance.

Identificación de madera comercial tropical mediante espectrofotometría UV-VIS

Resumen. El mercado maderero cada vez requiere de mayor conocimiento sobre el material utilizado, principalmente para que no se subestime o sobreestime la calidad y aplicaciones de los productos obtenidos, además de errores de nomenclatura en la identificación científica de especies durante su comercialización. La Espectrofotometría de Absorción Molecular en la Región Ultravioleta-Visible (UV-VIS) surge en este contexto, como una tecnología que puede aplicarse para determinar compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en la madera. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una técnica rápida para la identificación de especies de madera, mediante la evaluación de la variabilidad en los picos de absorbancia de extractivos solubilizados en agua, obtenidos a partir de barridos espectrales realizados en un espectrofotómetro UV-Vis. Se analizaron seis especies tropicales comerciales (*Myracrodryon urundeuva*, *Cedrela fissilis*, *Pterodon* sp., *Tabebuia* sp., *Bowdichia virgilioides*, *Anandeanthera* sp.) y una exótica (*Corymbia citriodora*). Para el estudio se utilizaron dos grupos diferenciados: Madera vieja - madera expuesta a la intemperie, con una edad superior a 20 años; y Madera nueva: madera recién cortada, de menos de 10 años. Los extractivos de madera se obtuvieron solubilizados en agua y las absorbancias se obtuvieron mediante espectrofotometría UV-VIS. Los resultados obtenidos demostraron que, independientemente de la edad, tiempo de corte y/o exposición a la intemperie, los compuestos químicos presentes en los extractos del núcleo de madera de la misma especie analizada, presentaron los mismos picos de absorbancia característicos en longitudes de onda en el rango UV-VIS para cada especie, lo que permite identificar cualitativa y cuantitativamente la madera.

Palabras clave: Extractivos. Duramen. Edad. Absorbancia

INTRODUÇÃO

A identificação de uma árvore é realizada no ramo da dendrologia, por características ecológicas e fisiológicas. Este tipo de classificação torna-se complexo na ausência de elementos morfológicos como folhas, flores e/ou frutos (Marchiori, 2013). Na colheita e beneficiamento das toras, tais estruturas são removidas, conservando somente a madeira serrada.

Deste modo, é necessário a produção de novas técnicas que permitam a identificação de espécies por meio de conhecimentos anatômicos, morfológicos e químicos da madeira como, por exemplo: a disposição dos elementos de vaso, as características organolépticas e o teor de extrativos, dentre outros. Estes possibilitam uma precisa identificação da madeira analisada (Zenidi; Ceccantini, 2012).

O mercado madeireiro requisita cada vez mais, conhecimento acerca do material utilizado, principalmente para que não ocorra sub ou superestimação da qualidade e aplicações do produto obtido. Sendo assim, a correta identificação científica de espécies tropicais é fundamental (Lima *et al.*, 2015).

A coloração, por exemplo, é passível de uso para identificação e indicação do adequado emprego de uma madeira, porém, esta característica se altera em função do teor de extrativos, umidade, temperatura, ataque de xilófagos, dentre outros (Nisgoski, 1999; Rissi *et. al*, 2014).

A coloração de madeira, de modo geral, é categorizada em: esbranquiçada, amarelada, avermelhada, acastanhada, parda, enegrecida e arroxeadada. Pode-se ainda observar outros tons, em função de variações de espécies ou estágio de desenvolvimento do indivíduo. Por ser um processo pouco objetivo, o processo de classificação somente visual da coloração acaba por limitar a identificação de madeiras, ocasionando não somente erros quanto a classificação, como também ao uso e qualidade do material (Botosso, 2011).

Os extrativos são componentes químicos denominados acidentais, de baixo peso molecular, facilmente extraíveis em água e solventes orgânicos. São vistos como as principais substâncias a influenciarem na coloração de uma madeira (Zenidi; Ceccantini, 2012). Podem ser divididos em frações lipofílicas (extraíveis com solventes apolares) e hidrofílicas (extraíveis em solventes polares), cuja quantidade e a qualidade variam entre espécies e na extensão da planta (Oliveira *et al.*, 2005).

Um dos solventes mais comumente empregados para extração dos extrativos é a acetona (Silvério *et al.*, 2006). Entretanto, devido ao fato da acetona ser passível de emprego na preparação de drogas, apresente quantidade controlada e fiscalizada a partir de 1 (um) grama ou 1 (um) mililitro pela polícia federal, tendo sua comercialização restrita (Brasil, 2019). Deste modo, o emprego de métodos que utilizem a água como solvente, auxilia na redução de custos, processos burocráticos e facilidade de aplicação e replicação da técnica, bem como no emprego de análises espectrofotométricas.

A Espectrofotometria de Absorção Molecular na Região do Ultravioleta-Visível (UV-VIS) surge nesse contexto, como uma tecnologia passível de aplicação na ciência da madeira, visando a determinação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes nas soluções analisadas. Trata-se de uma importante técnica na identificação de grupos funcionais da molécula e determinação quantitativa de compostos contendo grupos absorventes (Quintino *et al.*, 2017).

A espectrofotometria UV-VIS baseia-se em medidas de absorção de radiação eletromagnética nas regiões visíveis e ultravioleta do espectro. Deste modo, permite mensurar quanto uma substância

química absorve ou transmite o espectro de luz, possibilitando a quantificação e determinação da cor de amostras analisadas (Filho *et al.*, 2010).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma técnica rápida de identificação de espécies madeireiras, por meio da avaliação da variabilidade existente nos picos das absorbâncias dos extrativos solubilizados em água, obtidos das varreduras espectrais realizadas em espectrofotômetro UV-VIS.

METODOLOGIA

Material

O material utilizado fora obtido da região do cerne de toras de madeiras de seis espécies nativas e uma exótica, provenientes de serrarias do estado de Mato Grosso do Sul. As madeiras nativas avaliadas pertenciam a dois grupos distintos, sendo estes: Madeiras velhas - madeiras expostas as intempéries por mais de 10 anos, com idade superior 30 anos; e Madeiras novas - madeiras recém cortadas, com idade inferior a 20 anos.

A espécie exótica empregada, o *C. citriodora* (eucalipto citriodora), corresponde a uma madeira recém cortada, com idade superior a 30 anos, cujos valores foram utilizados de referência para comparação com as demais espécies de ambas as madeiras (velhas e novas). As espécies avaliadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Espécies avaliadas

Nome Vulgar	Espécies	Família
aroeira	<i>Myracrodryon urundeuva</i> (Fr. All.)	Anacardiaceae
cedro	<i>Cedrela fissilis</i> (Vell.)	Meliaceae
faveiro	<i>Pterodon</i> sp.	Fabaceae
piúva	<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae
sucupira preta	<i>Bowdichia virgilioides</i> (Kunth.)	Fabaceae
angico	<i>Anadenanthera</i> sp.	Fabaceae
eucalipto citriodora	<i>Corymbia citriodora</i> (Hill & Johnson)	Myrtaceae

Fonte: Elaborado pelos autores

Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Propriedades e Identificação da Madeira (LAPIM), da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), situado no município de Aquidauana –MS.

Caracterização Física

Para determinação da densidade aparente, foram cortados pequenos cubos de madeira das espécies estudadas, segundo a Norma da ABNT NBR 7190 e Vital (1984). A densidade foi calculada em triplicata, por meio dos valores da massa das amostras úmidas e do volume obtido de forma indireta pelo deslocamento em mercúrio em balança analítica. Para determinação do teor de umidade, utilizou-se o disposto pela norma da ABNT NBR 14929 (2017).

Os dados de análise da densidade aparente foram avaliados no programa R Studio, em fatorial duplo, com delineamento inteiramente casualizado. As médias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Caracterização Química

As amostras obtidas do cerne foram moídas em moinho do tipo Willey de rotor vertical modelo SP-32 SP Labor, sendo em seguida peneiradas, para obtenção de serragem com granulometria de 40-60 mesh (420 - 250 μm). Somente as serragens que passaram na peneira de 40 mesh, ficando retidas na de 60 mesh, foram utilizadas para as análises químicas, conforme o estabelecido na norma TAPPI T 257 om-92 (1992). Após classificação, a serragem foi acondicionada em ambiente sombreado, sendo em seguida armazenadas em recipientes fechados. A determinação do teor absolutamente seco (a.s) foi realizada de acordo a norma TAPPI 264 om-88 (1996).

Para a determinação do teor de extrativos em acetona, foi pesado 1 grama de amostra absolutamente seca de cada uma das madeiras estudadas, por meio da utilização do aparelho Soxhlet, segundo o apresentado na TAPPI T264 cm-97 (1997). As análises foram realizadas em duplicatas.

O teor de inorgânicos das espécies amostradas foram obtidos com o auxílio de forno mufla da marca SP LABOR modelo SP – 1200, à 750 °C, conforme o disposto na norma ABTCP M-11/77 (1974).

Os dados de análise química foram avaliados no programa R Studio, em fatorial duplo, com delineamento inteiramente casualizado. As médias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Caracterização Espectrofotométrica UV-Vis

O material utilizado para obtenção do extrato solubilizado avaliado no espectrofotômetro foi preparado a partir da serragem obtida para caracterização química. A serragem das espécies avaliadas foi misturada em água, conforme a Norma ABCP M4/68 (1974), com adaptações. Pesou - se 1 grama de a.s. de cada uma das madeiras estudadas, em duplicatas. Cada amostra foi acondicionada em frasco de vidro com tampa, com capacidade de 120 mL.

Neste, foram adicionados 30 mL de água comum, coletada diretamente da torneira (dada a facilidade de obtenção) medidas com o auxílio de pipeta e pêra. Em seguida, os frascos com madeira e água foram levados para mesa agitadora orbital MA 140 CFT da marca Marconi, sendo agitadas por 5 minutos, com rotação de 204 rpm. Após a agitação, o conteúdo foi filtrado em peneira de 200 mesh (74 µm) e o líquido armazenado. Sequencialmente, foi mensurado o pH, por meio de pHmetro da marca HANNA instruments, modelo HI 2210 pH Meter, de cada amostra e sua repetição.

O extrato solubilizado obtido foi diluído 100 vezes. As duplicatas das soluções, tanto das madeiras do grupo 1, quanto do grupo 2, foram então mensuradas em um espectrofotômetro da marca Varian, modelo Cary 50. Foram realizadas leituras nas faixas ultravioleta e visível (UV-Vis). Os valores de absorbância obtidos em função do comprimento de onda foram adequadamente ajustados visando obter comparação entre os valores obtidos das espécies avaliadas, sem prejudicar a varredura espectral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização Físico-Química

Na Tabela 2 encontram-se os valores da caracterização físico-química das espécies avaliadas nos dois grupos distintos.

Tabela 2. Valores médios das variáveis físico-químicas avaliadas nas espécies de estudo

Madeiras	Espécie	Extrativos (%)	Inorgânicos (%)	Densidade aparente (g.cm ⁻³)*
Velhas	aroeira	17,85 Aa	0,58 Aa	1,174 Aa
	cedro	6,37 C a	0,42 Ab	0,446 Fb
	faveiro	11,45 Ba	0,04 Aa	0,910 Db
	piúva	6,51 C a	0,32 Ab	0,975 Ca
	sucupira preta	6,53 C a	0,24 Ab	0,878 Eb
	angico	12,14 Ba	0,28 Ab	0,936 Da
Ref.	eucalipto citriodora	5,21 Ca	0,55 Aa	1,090 Ba
Novas	aroeira	3,71 Cb	0,94 ABa	1,016 Bb
	cedro	3,66 Cb	0,92 ABa	0,968 Ca
	faveiro	6,33 Ab	0,46 BCa	0,976 Ca
	piúva	5,39 ABb	1,58 Aa	0,948 Cb
	sucupira preta	4,23 BC b	0,71 Ca	0,912 Da
	angico	5,56 AB b	1,41 Aa	0,947 Ca
Ref.	eucalipto citriodora	5,21 AB a	0,55 BCa	1,090 Aa

Letras maiúsculas iguais no grupo, não diferem entre si a 5 % de significância. Letras minúsculas iguais no grupo para cada espécie não diferem entre si a 5% de significância.

*Umidade do grupo 1= 8,4%; umidade do grupo 2= 9,6%; e umidade da referência (Ref.)=10,5%.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observou-se que o teor de extrativos em acetona, variou entre as espécies e madeiras analisadas. Nas madeiras velhas, o maior valor foi o da aroeira (17,85%), sendo superior e estatisticamente diferente dos demais, a 5% de significância, seguida do angico (12,14%) e faveiro (11,45%). Os demais valores médios inferiores, corresponderam ao cedro (6,37%), piúva (6,51%) e sucupira preta (6,53%).

Para as madeiras novas, os teores máximos estatísticos foram do faveiro (6,33%), angico (5,56%) e piúva (5,39%), sendo os mínimos, por sua vez, referentes ao cedro (3,66%) e a aroeira (3,71%).

Pode-se verificar que os valores médios dos teores extrativos das madeiras velhas foram estatisticamente maiores, quando comparados as madeiras novas. Isto corrobora com o encontrado por Silva *et al.* (2005), que em seu estudo observou diferença estatística entre os teores de extrativos de madeiras de 10, 14 e 25 anos de *Eucalyptus grandis*, conforme os resultados apresentados na literatura. Neste, madeiras mais maduras apresentaram maior quantidade de teor de extrativos, que madeiras jovens.

Andrade (2006), ao avaliar a influência da idade nas características tecnológicas da madeira de *Pinus taeda* L., observou a interação da idade com o teor de extrativos, verificando com o aumento da idade, uma elevação significativa dos teores de extrativos. Os extrativos, sua composição e quantidades relativas, são alterados de espécie para espécie, e em uma mesma espécie. Isto ocorre devido a diversos fatores como idade da árvore, condições edafoclimáticas, exposição a intempéries, dentre outros (Hilis, 1962; Lopes, 2008).

Os valores médios do teor de inorgânicos das espécies das madeiras velhas, estatisticamente não apresentaram diferença à 5% de significância. Nas novas, os teores mais elevados ocorreram para a piúva (1,58%), angico (1,41%), aroeira (0,94%) e cedro (0,92%), ao passo que o menor, se deu para a sucupira preta (0,71%).

Os teores de inorgânicos (cinzas) para as madeiras velhas, conforme a estatística, foram menores que os encontrados nas novas, exceto para a aroeira. Entretanto, os valores encontrados para a aroeira velha, permaneceram inferiores ao observado para a mesma espécie das madeiras novas. Segundo Mori *et al.* (2010), tais compostos químicos, possuem uma relação negativa com a idade, ou seja, quanto mais antiga a árvore, menor será o teor de inorgânicos apresentado.

De modo geral, madeiras tropicais possuem diferenciação no teor de inorgânicos. Em seu estudo, Protásio *et al.* (2014) ao avaliar a qualidade da madeira de *Eucalyptus* spp. e a influência da idade e do clone utilizado, observou uma redução com relação ao teor de cinzas segundo a idade das árvores, de 0,53% para 0,23%, nas idades de 46 e 58 meses, respectivamente. Em madeiras de folhosas e indivíduos jovens, o teor de inorgânicos é mais alto. Tal fato pode ser atribuído à diminuição da atividade fisiológica da planta (Souza, 2018).

A densidade aparente das madeiras analisadas em cada grupo (velhas e novas) apresentam elevada variação. Nas madeiras velhas, todas as espécies diferiram estatisticamente, sendo o maior valor da aroeira (1,174 kg.m⁻³) e o menor o do cedro (0,446 kg.m⁻³). A densidade do eucalipto citriodora fora relativamente elevada (1,090 kg.m⁻³), fato atribuído aos canais de resina característicos da espécie e a

elevada idade da árvore analisada, sendo segundo a estatística a maior das madeiras novas, seguida do valor médio da aroeira ($1,016 \text{ kg.m}^{-3}$). O menor valor para o grupo foi da sucupira preta ($0,912 \text{ kg.m}^{-3}$).

As variações nas densidades dos grupos podem ser justificadas pela relação da densidade com variações do ambiente, variáveis geográficas (latitude), pluviométrica (Zobel; Van Buijtenen, 1989; Wieman; Willianson, 2002; Marques *et al.*, 2012) bem como pelo intemperismo sofrido ao longo do tempo de exposição as intempéries.

Segundo Scanavaca Júnior e Garcia (2017), a densidade aumenta com a idade da árvore, devido as alterações na dimensão de fibras, comprimento e espessura da parede. Sendo assim, as densidades encontradas para as madeiras velhas, inferiores as das mesmas espécies das madeiras novas, podem ser justificadas pela exposição destas às intempéries, acarretando a redução de massa por volume nestas madeiras.

Caracterização Espectrofotométrica UV-VIS

As amostras dos extratos solubilizados em água das madeiras velhas, novas e referência estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Extratos solubilizados em água da aroeira(A); cedro(B); faveiro(C); piúva (D); sucupira preta (E); angico (F) nos grupos 1 e 2; e eucalipto citriodora (G), como referência



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

As amostras dos extratos solubilizados em água analisadas, apresentaram pH maior que 6 e menor que 8. A absorbância UV pela matéria orgânica pode sofrer variações nos casos em que o pH encontrado esteja abaixo de 4 ou acima de 10, por isso recomenda-se que a faixa mantenha-se entre estes valores (Apha, 2012).

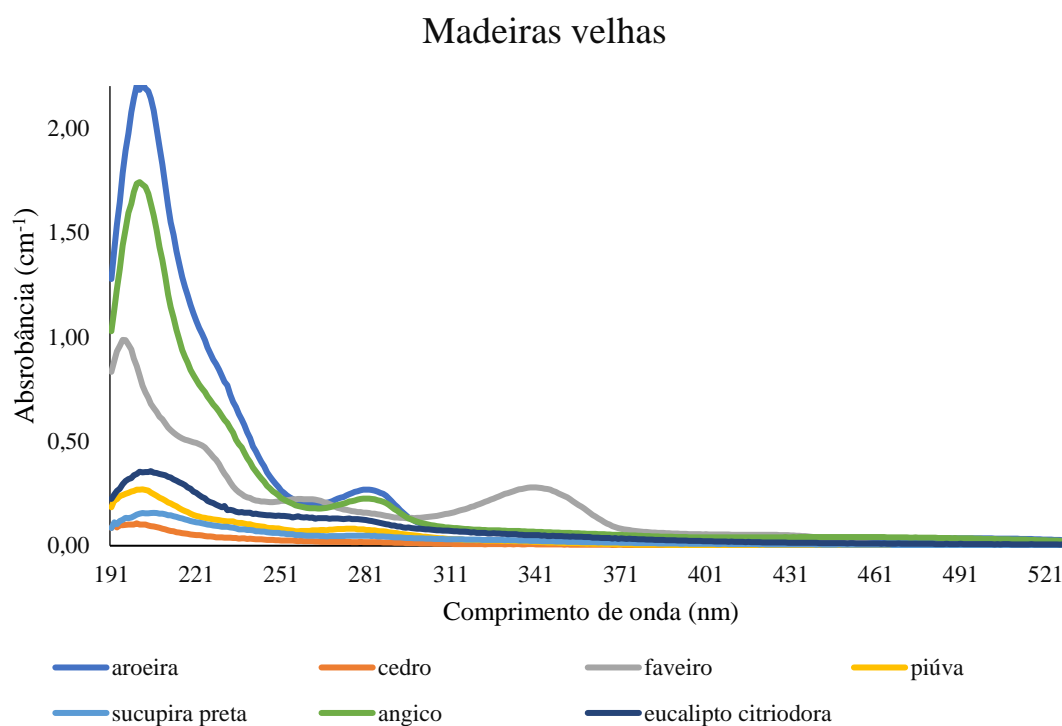
As médias dos teores dos extrativos demonstraram que estes não apresentam influência sobre a identificação das espécies por espectrofotometria ($p < 0,05$). Segundo Sjostrom (1993), não existe uma única espécie vegetal que apresente todos os possíveis compostos ou todas as diferentes classes de

compostos existentes. Os extrativos de espécies relacionadas são frequentemente similares e por isso existem muitas famílias que podem ser relacionadas. Todavia, a natureza exata dos extrativos frequentemente é diferente entre espécies, sendo certos extrativos valiosos em estudos de taxonomia.

Os principais componentes constituintes da madeira, solúveis em água, são certos sais ou minerais inorgânicos, alguns açúcares e polissacarídeos. Os compostos passíveis de serem solubilizados em solventes orgânicos são pertencentes às classes dos ácidos e ésteres graxos, álcoois de cadeia longa, esteroides, compostos fenólicos e glicosídeos (Sjöström; Alén, 1998; Gullichsen; Paulapuro, 2000; Freire *et al.*, 2002; Sun; Tomkinson, 2003; Morais *et al.*, 2005; Silvério *et al.*, 2006).

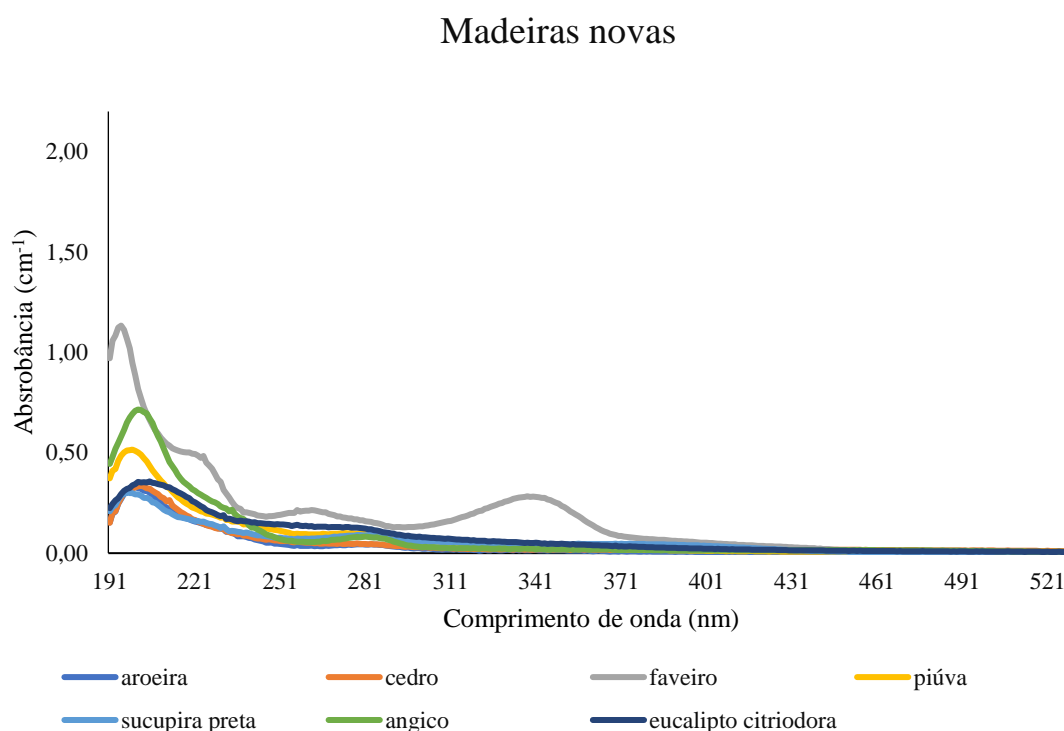
As figuras 2 e 3 representam os gráficos das médias dos resultados das varreduras espectrofotométricas das diferentes madeiras, velhas, novas e referência, com base nos valores de absorbância em cada comprimento de onda.

Figura 2. Varreduras espectrofotométricas das madeiras velhas e eucalipto citriodora



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 3. Varreduras espectrofotométricas das madeiras novas e eucalipto citriodora



As diferenças nas concentrações dos extrativos hidrolisáveis, entre as espécies de cada grupo (Figura 2 e 3), podem ser correlacionadas às distintas concentrações dos teores de extrativos extraídos em acetona. Estas demonstraram maiores valores para as madeiras do grupo 1. Entretanto, as concentrações não foram significantes para a determinação dos espectros obtidos. Haja visto, que as análises espectrofotométricas geraram picos com base nos compostos orgânicos presentes, mantendo o padrão mesmo em concentrações diferentes.

No presente trabalho, pode-se observar que as faixas de absorbância dos picos de ambos os grupos foram inferiores ao comprimento de onda de 400 nm. Segundo Korshin *et al.* (1996) os grupos funcionais que possuem os elétrons que são excitados quando uma molécula absorve luz, são chamados cromóforos. Em moléculas de matéria orgânica natural (MON), a maioria dos cromóforos que absorvem luz na região UV, com comprimento de onda menor que 400 nm, são grupos aromáticos com vários graus e tipos de substituição, incluindo fenóis e diversos ácidos aromáticos.

Os valores médios das razões dos comprimentos de onda (nm) de cada pico das espécies, de ambas as madeiras, são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Valores médios dos picos e respectivo comprimento de onda (nm) de cada espécie

Madeiras	Espécie	Pico 1 (nm)			Pico 2 (nm)			Pico 3 (nm)		
		Início	Pico	Fim	Início	Pico	Fim	Início	Pico	Fim
Velhas	aroeira	191	201	223	272	283	290	---	---	---
	cedro	191	200	208	280	282	285	---	---	---
	faveiro	191	196	201	251	263	270	318	340	358
	piúva	191	202	214	261	275	288	---	---	---
	sucupira preta	191	206	233	272	279	290	---	---	---
	angico	191	201	214	269	282	293	---	---	---
Ref.	eucalipto citriodora	191	205	225	268	275	281	---	---	---
Novas	aroeira	192	201	223	269	283	292	---	---	---
	cedro	191	204	224	277	279	283	---	---	---
	faveiro	191	196	201	252	264	273	317	340	359
	piúva	191	200	211	264	275	290	---	---	---
	sucupira preta	191	198	212	266	285	290	---	---	---
	angico	191	201	213	267	283	292	---	---	---
Ref.	eucalipto citriodora	191	205	225	268	275	281	---	---	---

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Segundo alguns autores, certos padrões primários de uso comum podem ser utilizados para determinação de aspectos qualitativos e quantitativos dos extrativos de madeira, objetivando a determinação da concentração e o tipo de árvore. Os comprimentos de onda de algumas substâncias conhecidas são: ácido tânico 270 nm; catecol 280 nm; ácido gálico 271 nm; e ácido pirogálico 267 nm (Fromming *et al.*, 1981; Ramos-Tejada *et al.*, 2002).

Para a aroeira e angico, ambos obtiveram a mesma faixa de absorbância para os picos 1 e 2, possivelmente apresentando elevados teores de ácido gálico. Entretanto, a aroeira absorve quantidades superiores ao angico (Viana *et al.*, 2003), embora visivelmente possuam colorações semelhantes no extrato solubilizado em água no grupo 1, variando para o grupo 2. De acordo com Coradin *et al.* (2018), não se possui informações relacionadas a composição química do cerne da aroeira (*M. urundeuva*), recorrendo-se portanto a informações referentes a família (Anacardiaceae).

As espécies da família Anacardiaceae, conforme estudos de Rocha *et al.* (2011) e Bessa *et al.* (2013), apresentam também fontes de catequina.

Os picos dos comprimentos de onda observados para a espécie do cedro (*C. fissilis*), podem ser inferidos devido à presença de substâncias tânicas e catequina, em altas concentrações nas paredes externas e internas (Silva; Ricci, 2017).

Na espécie do faveiro (*Pterodon* sp.) de acordo com Marques *et al.* (1998), há a ocorrência de grandes quantidades de isoflavona, que apesar da solubilização da técnica analítica para essa determinação alcoólica Kudou *et al.* (1991), sugere-se que pelas suas características polares também seja absorvido nesse espectro, até o comprimento de onda de 260 nm, enquanto este trabalho obteve 263-264 nm.

Para a espécie da piúva (*Tabebuia* sp.) o comprimento de onda obtido para o pico foi 275 nm. De acordo com Franca *et al.* (2000) e De Souza *et al.* (2009), nesta faixa de absorbância do gênero *Tabebuia*, é característico a presença de fenóis hidrolisados (ácido pirogálico).

Na espécie da sucupira preta (*B. virgilioides*), dentre outros compostos solúveis, segundo Bustamente *et al.* (2010), tem-se com frequência ocorrência de catequina para a família Fabaceae, próximo ao comprimento de onda observado (279-285 nm).

O comprimento de onda do pico do eucalipto citriodora (*C. citriodora*), pode ser atribuído a presença de polifenóis em concentrações consideráveis (pirogálico), conforme Freitas *et al.* (2007).

CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado, pode-se concluir que o uso da espectrofotometria UV-Vis permitiu identificar as espécies, através dos extratos hidrolisáveis das diferentes espécies madeireiras analisadas. Independentemente, da idade, tempo de corte e/ou exposição às intempéries, os compostos químicos presentes nos extrativos do cerne da madeira, solubilizados em água, apresentaram os mesmos picos característicos de absorbância em função dos comprimentos de onda para cada espécie em ambos os grupos.

Os valores médios dos teores de extrativos, inorgânicos e densidade aparente apresentaram comportamentos semelhantes aos dispostos em literatura. Os extrativos e inorgânicos, apresentaram relação positiva e inversamente proporcional, respectivamente, para com o aumento da idade. Já a densidade aparente, demonstrou variações, principalmente, nas madeiras com mais de 30 anos expostas às intempéries (Madeiras velhas).

De modo geral, as espécies analisadas apresentaram em seus primeiros picos, valores de absorbância muito semelhantes, devido a sua composição, todavia, em quantidades distintas. Isto indica a necessidade de estudos preliminares com o emprego de padrões primários como referência, para comparação de aspectos qualitativos.

As informações disponíveis sobre as espécies tropicais nativas estudadas no presente trabalho, referentes a faixa de absorbância dos extrativos hidrolisáveis característicos, são poucas ou mesmo inexistentes, conforme ocorreu com a espécie do faveiro, no terceiro pico das amostras em ambos os grupos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. S. de. **Qualidade da madeira, celulose e papel em *Pinus taeda* L.: influência da idade e classe de produtividade.** 2006. 107 p. Dissertação (Mestrado na área de Ciências Florestais)–UFPR, Curitiba,PR, 2006.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, 22nd ed., 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14929. **Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa**. Rio de Janeiro - RJ, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7190. **Projetos de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro - RJ, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL (ABTCP). **Normas técnicas ABCP: M 11/77**. São Paulo: ABTCP, 1974.

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (ABCP.) **Normas Técnicas. M 4/68**, São Paulo, 1974.

BOTOSSO, P. C. **Identificação macroscópica de madeiras**: guia prático e noções básicas para seu reconhecimento. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2011. 65 p. (Documentos 194). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/894373>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Gabinete do Ministro. Portaria Nº 240, De 12 De Março De 2019. Estabelece procedimentos para o controle e a fiscalização de produtos químicos e define os produtos químicos sujeitos a controle pela Polícia Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 mar. 2019. p. 41.

BUSTAMANTE, K.G.L.; LIMA, A.D.F.; SOARES, M.L.; FIUZA, T.S.; TRESVENZOL, L.M.F.; BARA, M.T.F.; PIMENTA, F.C.; PAULA, J.R. Avaliação da atividade microbiana do extrato etanólico bruto da casca de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. Botucatu, v. 1, n.3, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722010000300012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jun. 2019.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade; 51) Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189688/1/Livro-Nordeste-1-2018.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

DE SOUSA N. C.; DE REZENDE A. A.; DA SILVA R. M.; GUTERRES Z. R.; GRAF U.; KERR W. E. Modulatory effects of *Tabebuia impetiginosa* (Lamiales, Bignoniaceae) on doxorubicin-induced somatic mutation and recombination in *Drosophila melanogaster*. **Genetics and molecular biology**. São Paulo, v. 32, n.2, p. 382-388, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572009000200027&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jun. 2019.

FILHO, H. B. KRUG, F. J. ZAGATTO, E. A. G. ROCHA, F. R. P. **Espectrofotometria no ultravioleta e visível**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USP, 2010. Apostila de Espectrofotometria. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4275863/mod_resource/content/1/Apostila-espectrofotometria.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

- FRANÇA, E. L.; MAYNIE, J. C.; CORREA, V. C.; PEREIRA, U. C. R.; BATALINI, C. Immunomodulatory effects of herbal plants plus melatonin on human blood phagocytes. **International Journal of Phytomedicine**, v.2, n.10, p. 354-362, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267968806_Immunomodulatory_effects_of_herbal_plants_plus_melatonin_on_human_blood_phagocytes>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- FREITAS, M. O.; LIMA, M. A. S.; SILVEIRA, E. R. Compostos polifenólicos do kino de *Eucalyptus citriodora*. **Química Nova**. São Paulo, v.30, n.8, p.1926-1929, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000800025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- FROMMING, K.H.; DITTER, W.; HORN, D. Sorption properties of cross-linked insoluble polyvinylpyrrolidone. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 70, p. 738-743, 1981. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jps.2600700707>>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- KUDOU, S.; FLEURY, Y.; WELTI, D.; MAGNOLATO, D.; UCHIDA, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Malonyl isoflavone glycosides in soybeans seeds (*Glycine max* Merrill). **Agriculture and Biological Chemistry**, v. 55, n. 9, p. 2227-2233, 1991. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/bbb1961/55/9/55_9_2227/_pdf>. Acesso em: 27jun. 2019.
- LIMA, P P.; ILKIU-BORGES, F.; FARO, B. L. S.; COSTA, P. A. Importância da identificação botânica na comercialização de espécies madeireiras. In: 19º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E 3º SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2015, Belém - PA. **Anais...** Belém-PA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2015. p. 172-175. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/busca-de-publicacoes/publicacao/1022779/importancia-da-identificacao-botanica-na-comercializacao-de-especies-madeireiras>>. Acesso em: 21 mar. 2019.
- LOPES, O. R. **Influência dos extrativos e da relação cerne/alburno nas análises da madeira por espectroscopia de infravermelho próximo para produção de celulose**. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.
- MARCHIORI, J. N. C. **Elementos da dendrologia**. 3. ed. 216 p. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013.
- MARQUES, D. D.; MACHADO, M. I. L.; CARVALHO, M. G.; MELEIRA, L. A. C.; BRAZ-FILHO, R. Isoflavonoids and triterpenoids isolated from *Pterodon polygalaeflorus*. **J. Braz. Chem. Soc.** São Paulo, vol.9, n.3, p.295-301, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50531998000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- MARQUES, S. S.; OLIVEIRA, J. T. S.; PAES, J. B.; ALVES, E. S.; SILVA, A. G.; FIEDLER, N. C. Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* LAM.) nativa e de reflorestamento. **Revista Árvore**, Viçosa , v. 36, n. 2, p. 373-380, 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000200019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22 jun. 2019.
- MORI, C. L. S. O.; BRITO, J. O.; TOMAZELLO FILHO, M.; SCOLFORO, J. R. S.; GOMES JR, F. Influência da idade e altitude nas características anatômicas, químicas e de densidade básica da madeira de candeia - *Eremanthus erythropappus*. **Revista Floresta**, [S.l.], v. 40, n. 4, dez. 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/20334>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

NISGOSKI, S. **Identificação e caracterização anatômica macroscópica das principais espécies utilizadas para laminação na região de Curitiba- PR.** 1999. 113 p. Dissertação. (Mestre em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

OLIVEIRA, J. T. S.; SOUZA, L. C.; LUCIA, R. M. D.; SOUZA JÚNIOR, W. P. S. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.819-826, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000500017>. Acesso em: 21 mar. 2019.

PROTÁSIO, T.; GOULART, S.; NEVES, T.; TRUGILHO, P.; RAMALHO, F.; QUEIROZ, L. Qualidade da madeira e do carvão vegetal oriundos de floresta plantada em Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo - PR, v. 34, n.78, p.111-123, 2014. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/657/366>>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

QUINTINO, M. S.; OLIVEIRA FILHO, W. P.; VINHADO, F. S.; SANTOS, W. G.; DUTR, R. B.; OLIVEIRA, P. A.; COSTA, P. K. G.; SOARES, I. P. Uso da espectrofotometria UV-Vis para diferenciar as colorações do biodiesel de palma e do corante marcador de óleo diesel. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, nº 7, p. 818-823, 2017. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6592>. Acesso em: 21 mar. 2019.

RAMOS-TEJADA, M. M.; DURAN, J. D. G.; ONTIVEROS-ORTEGA, A.; ESPINOSA - JIMENEZ, M.; PEREA-CARPIO, R.; CHIBOWSKI, W. Investigation of alumina/(+)-catechin system properties. Part I: a study of the system by FTIR-UV-Vis spectroscopy. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 24, Issues 3–4, p. 297-308, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927776501002843>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

R CORE TEAM (2015). **R: A language nad environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015.

RISSI, N. T.; BRESSAN, J.; BORELLA, D. R.; PEREIRA, C. A. L.; LIBERA, L. D.; MELO, R. R. Uso da colorimetria como ferramenta para identificação de espécies tropicais. In: 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2014, Cuiabá. **Anais ... Cuiabá: Metallum**, 2014. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/21cbecimat/CD/PDF/404-022.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; DA SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; DA SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n4/v33n4a21>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Densidade básica da madeira de eucalipto. In: SIMPÓSIO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS DO CENA, 10., 2017, Piracicaba. Novos tempos na pesquisa: transformação, liderança e inovação. **Resumos...** Piracicaba, SP: CENA/USP, 2017.

SILVA, C. P.; RICCI, T. G. Bioprospecção de espécies de plantas bioherbicida e bioinseticida. **A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias Produção/construção e tecnologia**, v. 6, n. 10, 2017. Disponível em: <https://www.unigran.br/ciencias_exatas/conteudo/ed10/artigos/07.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2019.

SILVA, J. C.; MATOS, J. L. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, V. 11, n. 3, p. 455-460, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n3/a13v29n3.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2019.

SILVÉRIO, F. O.; BARBOSA, L. C. A.; GOMIDE, J. L.; REIS, F. P.; PILÓ-VELOSO, D. Metodologia de extração e determinação do teor de extrativos em madeiras de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.30, n. 6, p. 1009-1016, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n6/a16v30n6.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2019.
SJOSTROM, E. **Wood chemistry: Fundamentals and Applications**. 1st. Gulf Professional Publishing, 1993.

SOUZA, C. O. **Potencial energético da madeira e carvão vegetal de angico vermelho** (*Anadenanthera peregrina*) **jovem**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Jerônimo Monteiro - ES, 2018.

TECHINICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI). **T 264 om-88: preparation of wood for chemical analysis**. Atlanta - GA, 1996.

THECHINICAL ASSOCIATION OF THE PULP PAPER INDUSTRY (TAPPI). **T 264 cm-97: preparation of wood for chemical analysis**. Technical divisions And Committees - TAPPI test methods. Atlanta- GA, 1997.

THECHINICAL ASSOCIATION OF THE PULP PAPER INDUSTRY (TAPPI). **Tappitest methods**: 1992-1993. Atlanta-GA, 1992.

VIANA, G.S.B; BANDEIRA, M. A. M.; MATOS, F. J. A. Analgesic and antiinflammatory effects of chalcones isolated from *Myracrodruon urundeuva* Allemao. **Phytomedicine**, v.10, n.2-3, p.189- 195, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944711304702147>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Boletim Técnico, 1, 21 p., Viçosa: SIF, 1984.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C. T. **Identificação macroscópica de madeiras**. São Paulo. São Paulo - SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), 2012. 22 p. Disponível em: <<http://lrfp.paginas.ufsc.br/files/2016/05/Apostila-Identifica%C3%A7%C3%A3o-Macrosc%C3%B3pica-IPT-abril-2012.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.