

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E
ALELOPÁTICA DE *TABEBUIA AUREA* (MANSO) B. & H
E *TABEBUIA IMPETIGINOSA* (MART.) STANDL

Autora: Keila Fernandes dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico de Souza Castro

Rio Verde – GO
maio/2012

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E
ALELOPÁTICA DE *TABEBUIA AUREA* (MANSO) B. & H
E *TABEBUIA IMPETIGINOSA* (MART.) STANDL.

Autora: Keila Fernandes dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico de Souza Castro

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias.

Rio Verde - GO
maio – 2012

S23a

SANTOS, Keila Fernandes dos.

Avaliação das atividades antioxidante e Alelopática de *Tabebuia Aurea* (Manso) B.&H e *Tabebuia Impetiginosa* (MART.) STANDL / Keila Fernandes dos Santos – Rio Verde – 2012.

43 f.: il.;

Dissertação (Mestrado em Ciências agrárias) apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde-GO - 2012.

1. Alelopatia 2. Antioxidantes 3. *Tabebuia aurea* 4. *Tabebuia impetiginosa*.
Gilmar José Terra. CRB1 2524

CDU 542.943: 582.951.8

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E
ALELOPÁTICA DE *TABEBUIA AUREA* (MANSO) B. & H E
TABEBUIA IMPETIGINOSA (MART.) STANDL**

Autora: Keila Fernandes dos Santos
Orientador: Dr. Carlos Frederico de Souza Castro

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração
Ciências Agrárias – Ciências Agrárias

APROVADA em 30 de maio de 2012.

Prof. Dr. Takeshi Kamada
Avaliador externo
FESURV/RV

Prof.^a Dra. Michellia Pereira Soares
Avaliadora interna
IFGoiano/RV

Prof. Dr. Carlos Frederico de Souza Castro
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus por nos conceder a vida, dar forças, luz e saúde para lutar e prosseguir em busca de conhecimentos, superando todos os obstáculos da caminhada.

Agradeço aos familiares, pelo apoio recebido, pela compreensão nos momentos de ausência, pelas orações e pensamentos positivos.

Ao Professor Carlos Frederico de Souza Castro, pela orientação, dedicação, confiança, apoio na execução deste trabalho, pelos valiosos ensinamentos e pelo incentivo constante.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde, pela oportunidade de realização do Curso e execução da pesquisa no Laboratório de Química Tecnológica do IFGoiano.

Aqueles, que porventura, não tenham sido citados, mas que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

BIOGRAFIA DO AUTOR

KEILA FERNANDES DOS SANTOS, filha de Edinon Vieira dos Santos e Geni Fernandes dos Santos, nasceu em Santa Helena de Goiás, Estado de Goiás, em 22 de julho de 1976.

Em fevereiro de 1997, iniciou no Curso Superior de Biologia – Licenciatura Plena– na Universidade de Rio Verde (FESURV), em Rio Verde - GO, graduando em dezembro de 2000.

Em março de 2002, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Biologia, em nível de Especialização, oferecido pela - UNIVERSO – Universidade Salgado de Oliveira/Goiânia-GO, concluindo em abril de 2003.

Em junho de 2009, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, em nível de especialização, oferecido pela APOGEU – Centro Integrado de Educação Superior Ltda – Gama/DF, concluindo em junho de 2010.

Em março de 2010, ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Rio Verde (IFGOIANO), na área de Ciências Agrárias, submetendo-se à defesa da dissertação, requisito indispensável para a obtenção do título de Mestre, em maio de 2012.

ÍNDICE GERAL

	Página
AGRADECIMENTOS	ii
BIOGRAFIA DO AUTOR	iii
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS , ABREVIATURAS E UNIDADES.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Cerrado.....	2
1.2 Ipê-amarelo	3
1.3 Ipê-roxo.....	4
1.4 Fenóis e Antioxidantes.....	5
1.5 Alelopatia.....	6
2 OBJETIVOS GERAIS.....	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
Determinação de fenóis totais, atividades antioxidante e alelopática de IPÊ-AMARELO (<i>tabebuia aurea</i>) e IPÊ-ROXO (<i>tabebuia impetiginosa</i>)	
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15

3 INTRODUÇÃO	17
3.1 Material e Métodos	18
3.2 Análise Estatística.....	20
3.3 Resultados e Discussão	20
4 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
TABELA 1 Valores obtidos para os extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo em massa/g extrato.....	20
TABELA 2 Valores médios e desvio padrão dos teores de compostos fenólicos totais obtidos para os extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.....	21
TABELA 3 Valores médios e desvio padrão da concentração eficiente (CE50) pelo método de sequestro do radical livre DPPH para os extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.	22
TABELA 4 Resumo da análise de variância do índice de velocidade e da percentagem de germinação da alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.....	23
TABELA 5 Valores médios e desvio padrão para o índice de velocidade e percentual de germinação da alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.....	23
TABELA 6 Resumo da análise de variância do índice de velocidade e da percentagem de germinação do tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> M.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e roxo.....	24
TABELA 7 Valores médios e desvio padrão para o índice de velocidade e percentual de germinação do Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> M.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.....	24
TABELA 8 Resumo da análise de variância do índice de velocidade e da percentagem de germinação do Repolho (<i>Brassica oleracea</i> L.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.....	25

TABELA 9 Valores médios e desvio padrão para o índice de velocidade e percentual de germinação do Repolho (<i>Brassica oleracea</i> L.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.....	25
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS , ABREVIATURAS E UNIDADES

DNA	Ácido desóxi-ribonucleico
DPPH	2,2-Difenil-1-picril-hidrazila
DIC	Delineamento inteiramente ao acaso
EROS	Espécies reativas derivadas do oxigênio
ERNS	Espécies reativas derivadas do nitrogênio
IVG	Índice de Velocidade de Germinação
IMG	Tempo médio de germinação
RADIAÇÃO UV	Radiação Ultravioleta
UR	Umidade relativa
EAG	Equivalente de ácido gálico
CE ₅₀	Concentração eficiente
CV	Coefficiente de variância
IRHF	Ipê-roxo Hexânico Folhas
IREF	Ipê-roxo Etanólico Folhas
IREC	Ipê-roxo Etanólico Cascas
IAHF	Ipê-amarelo Hexânico Folhas
IAEF	Ipê-amarelo Etanólico Folhas
IAEC	Ipê-amarelo Etanólico Cascas
BHT	Butil hidroxi-tolueno
FT	Fenóis totais
PPM	Partes por milhão
ABS	Absorvância
GL	Grau de liberdade
NM	Percentual de Germinação
G	Grama

CM	Centímetro
G/EXTRATO	Gramas/extrato
Cv	Cultivar
GPS	Sistema de posicionamento (Global Positioning System)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de compostos fenólicos e avaliar as propriedades antioxidantes e alelopáticas de extratos de folhas e cascas de Ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*) e Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). As atividades foram conduzidas no Laboratório de Química Tecnológica do Instituto Federal Goiano (IFGoiano) de Rio Verde-GO. As folhas e cascas foram coletadas no Campus da Universidade de Rio Verde-GO (FESURV). Os extratos foram obtidos por maceração, usando como solventes hexano e etanol. Para fenóis e antioxidantes os ensaios foram realizados em triplicata, já para a alelopatia os experimentos foram em quadruplicata, sendo o delineamento experimental inteiramente ao acaso. A atividade antioxidante dos extratos foi determinada através do método do sequestro do radical livre DPPH. O conteúdo fenólico foi avaliado pelo método de Folin-Ciocalteu. O efeito alelopático foi determinado sobre sementes de alface, tomate e repolho. As variáveis avaliadas foram: porcentagem e índice de velocidade de germinação. Todos os dados foram expressos como médias e seus respectivos desvios padrão. Pode-se observar que, embora os extratos brutos etanólicos obtidos das cascas apresentam maior teor de compostos fenólicos, Ipê-roxo ($49,3 \pm 0,1$ mg EAG/g extrato) e Ipê-amarelo ($20,4 \pm 0,1$ mg EAG/g extrato), a maior eficiência antioxidante está nos extratos brutos etanólicos das folhas do Ipê-amarelo ($CE50 = 75,5 \pm 7,2$ ppm) e Ipê-roxo ($CE50 = 90,7 \pm 0,5$ ppm). Quanto ao efeito alelopático, para a alface (*Lactuca sativa L.*), a maior inibição da germinação ocorreu com o extrato IREF, com uma porcentagem de germinação de 31,5%, seguida do extrato IAHF (PG = 54,7%). Já o índice de velocidade de germinação teve a sua

maior inibição para o extrato IREF (IVG = 7,4), sendo que os demais extratos também apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IREC, que foi estatisticamente equivalente ao controle. Para o tomate (*Lycopersicum esculentum M.*), a maior inibição ocorreu para o extrato IREF com uma porcentagem de germinação de 44,0%, seguido do extrato IAEF (45,8%). O índice de velocidade de germinação teve a sua maior inibição para o extrato IREF (IVG = 14,9), sendo que todos os demais extratos também apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IAEC, que foi equivalente ao controle. Para a espécie repolho (*Brassica oleracea L.*), o extrato IREC apresentou a maior inibição, com uma porcentagem de germinação de 12,4%, seguida do extrato IAEC (PG = 27,6%). Já o índice de velocidade de germinação teve a sua maior inibição para o extrato IREC (IVG = 2,5), sendo que todos os demais extratos apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IRHF, que foi estatisticamente igual ao controle. Os dados obtidos permitem comprovar as propriedades alelopáticas dos extratos brutos hexânicos e etanólicos de Ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*) e Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*).

PALAVRA-CHAVE: antioxidantes, alelopatia, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa*, quinonas, flavonoides.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the content the phenolic compounds and to evaluate the antioxidant and allelopathic properties of extracts from leaves and barks of the *Tabebuia aurea* (Ipê-amarelo) and *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo). The activities were conducted at the Technological Chemistry Laboratory of the Instituto Federal Goiano (IFGoiano), Rio Verde -GO. The leaves and barks were collected in the Campus of the Universidade de Rio Verde-GO (FESURV). The extracts were obtained by maceration, using the hexane and ethanol as solvents. The assays were accomplished in triplicate for phenols and antioxidants, in quadruplicate for allelopathy, and using the entirely randomized experimental design. The antioxidant activity of extracts was determined by the DPPH free radical scavenging assay. The phenolic content was evaluated by Folin-Ciocalteu. The allelopathic effect was determined on seeds of lettuce, tomatoes and cabbage. The variables evaluated were: percentage and germination speed index. All data were expressed by averages and their respective standard deviations. Although the crude ethanolic extracts obtained from the barks presented higher phenolic contents, *Tabebuia impetiginosa* (49.3 ± 0.1 mg EAG/g extract) and *Tabebuia aurea* (20.4 ± 0.1 mg EAG/g extract), the highest antioxidant efficiency was displayed by crude ethanolic extracts of the *T. aurea* leaves (CE50 = 75.5 ± 7.2 ppm) and *T. impetiginosa* leaves (CE50 = 90.7 ± 0.5 ppm). Concerning the allelopathic effect, for lettuce (*Lactuca sativa* L.) the highest germination inhibition occurred with the extract IREF (PG = 31.5%), followed by the extract IAHF (PG = 54.7%). Concerning to germination speed index, the highest inhibition occurred with the extract IREF (GSI = 7.4), whereas other extracts presented an inhibitory effect for IVG, except the extract IREC that was statistically equivalent to

the control. For tomato (*Lycopersicon esculentum M.*), the highest germination inhibition occurred for the extract IREF with 44.0% approximately, followed by the extract IAEF (PG = 45.8%). The germination speed index showed the highest inhibition for the extract IREF (SGI = 14.9), whereas all other extracts presented an inhibitory effect for IVG, except the extract IAEC that was equivalent to the control. For the cabbage species (*Brassica oleracea L.*), the highest germination inhibition occurred for the extract IREC with 12.4% approximately followed by the extract IAEC (PG = 27.6%). The germination speed index showed the highest inhibition for the extract IREC (SGI = 2.5), and all other extracts presented an inhibitory effect for IVG, except the extract IRHF that was statistically equal to the control. The obtained data corroborate the allelopathic properties of the crude hexanic and ethanolic extracts of both *Tabebuia aurea* and *Tabebuia impetiginosa*.

KEY-WORDS: antioxidants, allelopathy, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa*, quinones, flavonoids.

1 INTRODUÇÃO GERAL

As plantas medicinais são os principais componentes da medicina tradicional. A utilização de plantas para o tratamento de doenças que acometem os seres humanos é uma prática milenar e hoje aparece como principal recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos. No início da década de 90, a Organização Mundial de Saúde divulgou que 60% a 85% da população dos países em desenvolvimento dependiam das plantas medicinais como única forma de acesso aos cuidados da saúde. (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2005).

Grande parte das plantas medicinais é constituída por árvores, cujas cascas ricas em taninos e quinonas apresentam características fitoterápicas relacionadas ao controle de processos inflamatórios e micoses. Muitas destas características já estão comprovadas cientificamente como Ipê-roxo, antitumoral e antimicrobiano (AGRA,1996).

Na medicina tradicional extratos de *Tabebuia* (Bignoniaceae) são empregados para tratamento de úlcera, sífilis, desordens gastrointestinais, câncer e alergia (PARK, 2003). Na literatura os principais constituintes químicos relatados nas cascas são as quinonas e os flavonoides (BLATT, 1996).

O nome popular “ipê” geralmente é acompanhado pela especificação de características especiais (ipê-roxo, ipê-amarelo, entre outras). Muitas dessas espécies são conhecidas nos países latino-americanos de língua espanhola como “lapacho”, “pau d’- darco” (PARK et al., 2003; AWALE et al., 2005).

Segundo Lorenzi, (1992), o Brasil é considerado o centro de diversidade de Bignoniáceas, no país, ocorrem cerca de 60 gêneros e, aproximadamente, 338 espécies distribuídas desde os cerrados até florestas úmidas. Existem inúmeras espécies da

família Bignoniáceas pelo mundo. No Brasil existem 15 espécies de ipês, somente do ipê-amarelo há 8 espécies.

As plantas produzem uma variedade de antioxidantes contra danos moleculares provenientes de espécies reativas de oxigênio (EROS), os compostos fenólicos são a maior classe de antioxidantes derivados de plantas. Entre os compostos fenólicos, flavonoides são talvez o grupo de maior importância. Várias são as atividades relatadas a esse grupo de compostos, entre elas estão antioxidante, antifúngica, anti-inflamatória e antitumoral (ZUANAZZI; MONTANHA 2003).

1.1 Cerrado

Para melhor compreender as atuais condições do cerrado tornam-se necessárias breves considerações sobre suas características básicas. Em primeiro lugar é preciso conhecer o verdadeiro significado do termo cerrado. Esta palavra tem origem espanhola e significa fechado. Sua função principal é definir as características gerais da vegetação arbustiva-herbácea densa predominante na região savânica. Segundo Ribeiro (1998) os tipos fitofisionômicos gerais do cerrado podem ser classificados da seguinte forma: formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca cerradão) savânicas (cerrado, palmeiral e vereda) e campestre (campo sujo, campo rupestre e campo limpo).

Localizado basicamente no Planalto Central do Brasil ocupa uma área superior a 2 milhões de km², cerca de 23% do território nacional, abrangendo os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Piauí, o Distrito Federal, Tocantins e parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, São Paulo, Paraná e Rondônia. Ocorrendo também em pequenas áreas dos estados de Roraima, Pará, Amapá e Amazonas (RIBEIRO, 1998).

As áreas, ainda cobertas de paisagem natural, sofrem conseqüentemente os efeitos da poluição dos recursos hídricos, agrotóxicos, erosão, assoreamento, plantas e animais invasores, extrativismo vegetal e animais predatórios, fatores decorrentes da industrialização desenfreada e da falta de consciência preservacionista. A área já desmatada do cerrado até o ano de 2002 era de 54,9% de área original (1,58 milhões de hectares). Assim, é de se esperar que o cerrado desapareça no ano de 2030. (MANTOVANI; PEREIRA, 1998).

1.2 Ipê-amarelo

Tabebuia aurea (Manso), pertencente à família Bignoniaceae é conhecida vulgarmente como craibeira, caraibeira, caruba, caraubeira, caroba-do-campo, cinco-em-rama, ipê-do-cerrado, ipê-amarelo-do-cerrado, ipê-amarelo, ipezinho-do-campo, para-tudo, para tudo-do-campo, para-tudo-do-cerrado, carnaúba-do-campo, carobeira, carobinha, pau-d'arco, lapacho, paratodo, (LORENZI, 1992; ALMEIDA et al., 1998; CABRAL et al., 2003).

A espécie *Tabebuia aurea* é uma espécie de ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo nas regiões Amazônica, no cerrado, na Caatinga, no Pantanal Mato-Grossense. Sua presença é indício de terra boa para pasto (ALMEIDA et al., 1998). É também utilizada para fins ornamentais, sendo considerada melífera (BRANDÃO, 1991). Sua madeira é dura, consumida na construção civil, carpintaria e fabricação de carvão (LORENZI, 1992).

Dependendo do ambiente em que a espécie se desenvolve, apresenta-se como perenifólia ou semidecídua ou decídua, atingindo de 4 a 20 m de altura e de 30 a 45 cm de diâmetro. As folhas são compostas digitadas, opostas, longo-pecioladas, com 3 a 7 folíolos-lanceolados, obtusos, tendendo a arredondado com nervação saliente na face inferior, de 18-28 cm de comprimento e 4-6 cm de largura. A inflorescência é paniculada terminal, com grande número de flores amarelas, aromáticas, cálice tubuloso, corola amarela com 5 lobos. No cerrado e na caatinga, seu tronco é tortuoso e desganhado, revestido de casca grossa, rugosa, fendida verticalmente e coloração acinzentada-escuro ou pardacenta a negra arredondados (GENTRY, 1992; LORENZI 1992; ALMEIDA et al., 1998).

A casca amarga é utilizada por infusão como febrífuga de uso pré-colombiano entre os índios, anti-inflamatório, depurativo, diurético, antissifilítico, para o tratamento de anemia e no preparo de xaropes para o sistema respiratório. A raiz, curtida na cachaça ou no vinho, é empregada contra gripe e os brotos como depurativo e antisséptico. As folhas contêm o alcaloide “carobina” (BRANDÃO, 1991; OLIVEIRA, et al., 2006). Além disto, a *Tabebuia aurea* possui atividades anticancerígena, anti-inflamatória, analgésica, antimicrobiana, é usada também no combate à úlcera e age como diurético. As folhas contêm “carobina, alcaloide (Brandão, 1991). É medicinal e boa melífera utilizada na medicina popular como antianêmica, antitérmica, diurética, vermífuga e purgativa, contra gripe, resfriado e inflamações (ALMEIDA, 1998).

1.3 Ipê-roxo

Ocorre no Piauí e Ceará até Minas Gerais, Goiás e São Paulo, cerrado e caatinga (LORENZI, 2000). Também é encontrado como ipê-roxo, ipê-una, piúna-roxa, ipê-roxo-de-bola, ipê-buquê, cabroé, ipê-piranga, ipê-preto, ipê-rosa, piúva e ipê-roxo-de-sete-folhas (AWALE et al., 2005; HIGA, 2004).

De grande importância econômica, ecológica e medicinal, ipê-roxo, pertencente à família Bignoniaceae, é uma espécie da América do Sul, ocorrendo em todo Brasil desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul. Ocorre em solos úmidos das depressões e matas de encostas suaves.

Essa espécie é uma árvore caducifólia, comumente atinge 10 a 35 m de altura, e 30 a 40 cm de diâmetro. O tronco é reto, cilíndrico e, frequentemente, tortuoso. A casca interna é fibrosa, marrom-clara e levemente rosada. As folhas são opostas digitadas, apresentando pecíolo de até 11 cm de comprimento, geralmente com cinco folíolos, com margem inteira ou levemente serrada. As flores são grandes, rosadas a lilás, tubulares, vistosas, reunidas em panícula terminal. É uma espécie largamente empregada no paisagismo em geral, pela beleza de suas inflorescências arroxeadas que surgem nos meses de julho a setembro (CARVALHO, 1994).

O nome botânico ipê-roxo originou da medicina natural, antigamente as pessoas costumavam usar o chá para tratar da doença do impetigo, uma inflamação da pele do rosto acompanhada de supuração. É indicado nos casos de artrite, úlcera, algumas formas de leucemia, anemia, lúpus, doença de Parkinson, osteomielite, psoríase e inflamação no útero e ovário, possuindo assimilação anti-inflamatória, antimutagênica, antibacteriana, adstringente, anticancerígena, antifúngica, antirreumática, antianêmica e analgésica (OLIVEIRA; SILVA, 2009).

As espécies de *Tabebuia* apresentam naftoquinonas na sua composição química, além de lapachol. As naftoquinonas estão associadas a várias atividades biológicas, enfatizando atividades antimicrobianas; já o lapachol, pigmento amarelo cristalino, possui ação anti-inflamatória e atividade antineoplásica. O Ipê possui várias propriedades, tais como: fenólicas, antioxidantes, alelopáticas, estudadas nesta pesquisa. Dessa forma, O Ipê-roxo é considerado, uma das principais plantas mestras, sendo indicado para uma ampla variedade de doenças, como foi citado anteriormente (OLIVEIRA; SILVA, 2009).

1.4 Fenóis e Antioxidantes

Nos últimos anos, uma quantidade substancial de evidências tem indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas associadas ao envelhecimento, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (ATOUI et al., 2005).

A produção de radicais livres é controlada nos seres vivos por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena (por ex., superóxido dismutase), ou serem provenientes da dieta alimentar e outras fontes. Destas últimas destacam-se tocoferóis (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), polifenóis, selênio e carotenoides 2,3, os quais correspondem aos chamados antioxidantes não enzimáticos. Quando há limitação na disponibilidade de antioxidantes podem ocorrer lesões oxidativas de caráter cumulativo. Os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (ATOUI et al., 2005; BIANCHI; ANTUNES, 1999).

As oxidações biológicas geram espécies reativas de oxigênio e radicais livres que podem provocar lesões celulares, muitas vezes irreparáveis. O estresse oxidativo leva a danos a lipídeos, DNA, proteínas e organelas celulares, como mitocôndria e membranas, provocando alterações da estrutura e função celulares, que levam ao desenvolvimento de câncer, envelhecimento precoce, doenças cardiovasculares, degenerativas, neurológicas entre outras. A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células (GOUVÊA, 2006). Antioxidantes são substâncias que retardam ou previnem significativamente a oxidação de lipídios ou outras moléculas ao inibirem a iniciação ou a propagação da reação de oxidação em cadeia (MOREIRA et al., 2002; CHANWITHEESUK et al., 2005; LIMA et al., 2006), além de prevenirem ou repararem danos ocasionados às células pelas espécies reativas de oxigênio (CHANWITHEESUK et al., 2005).

A atividade antioxidante de compostos vegetais pode ser atribuída a vários mecanismos, como a prevenção da peroxidação lipídica e capacidade sequestrante de radicais livres (KAUR; GEETHA, 2006).

Os compostos fenólicos podem atuar nas plantas como antioxidantes. Há, atualmente grande interesse sobre sua atividade antioxidante, pela habilidade de sequestrar e reduzir a formação de espécies reativas de oxigênio - “EROS” (CARVALHO, 2003).

A atividade antioxidante de compostos fenólicos se deve principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, em razão da ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (CHUN, et al; 2005).

1.5 Alelopatia

O termo alelopatia foi cunhado pelo alemão Hans Molisch, significando do grego *allelon* = de um para o outro, *pathos* = prejuízo, para se referir a interações bioquímicas entre todos os tipos de plantas e inclusive entre micro-organismos. O conceito mais recente é o de 1996, em que a Sociedade Internacional de Alelopatia a define como sendo a ciência que estuda qualquer processo envolvendo essencialmente os metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias, e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (MACIAS et al., 2000a).

As interações alelopáticas derivam de metabólitos secundários produzidos por plantas e micro-organismos, que são conhecidos como aleloquímicos. Estes aleloquímicos são produtos naturais bioativos que conduzem a larga ordem de efeitos biológicos (MACIAS et al., 2006). Essas substâncias estão presentes em todos os tecidos das plantas incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes, e variam em quantidade e qualidade de espécie para espécie, até mesmo na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro, muitos deles possuem suas sínteses desencadeadas por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Os aleloquímicos podem apresentar ação direta ou indireta sobre a planta alvo. Alterações nas propriedades e características nutricionais do solo e também nas populações e/ou atividade de organismos que habitam o solo são considerados com

efeitos indiretos. Os efeitos diretos, por sua vez, são mais estudados e compreendem alterações celulares e metabólicas, incluindo modificações no funcionamento de membranas, na absorção de nutrientes e de água, na atividade fotossintética e respiratória, entre outras (RIZVI et al., 1992). Os aleloquímicos interferem no metabolismo, reduzindo a oferta de energia e, conseqüentemente, impedindo o desenvolvimento normal desses organismos. Pesquisas têm demonstrado que a interferência dos aleloquímicos ocorre com frequência na assimilação de nutrientes, na inibição da fotossíntese (TAWAHA et al., 2003), na síntese de proteínas, e permeabilidade da membrana celular e em atividades enzimáticas, afetando, como conseqüência, o desenvolvimento da planta (CALDIZ; FERNÁNDEZ, 1999).

2 OBJETIVOS GERAIS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as propriedades antioxidantes e alelopáticas de extratos de Ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*) e Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*).

2.2 Objetivos específicos

Para os extratos de folhas e cascas de *Tabebuia aurea* e *Tabebuia impetiginosa*:

- Determinar o conteúdo de compostos fenólicos;
- Determinar a atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical livre estável 2,2 difenil-picril-hidrazila (DPPH);
- Avaliar o efeito alelopático sobre sementes de *Lactuca sativa* L. cv. verônica (Alface), *Lycopersicon esculentum* M. cv. Santa Cruz Kada (tomate) e *Brassica oleracea* L. cv. Capitata (repolho).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, M. de F. **Plantas da medicina popular dos cariris velhos**, Paraíba-Brasil. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1996, 112p.

ALMEIDA, S.P. de.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais**. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1998, 464p.

ATOUI, A.K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, v. 28, n.89, p.27-39, 2005.

AWALE, S.; KAWAKAMI, T.; TIEZUKA, Y.; UEDA, J.; TANAKA, K.; KADOTA, S. Nitric Oxide (NO) production inhibitory constituents of *Tabebuia avellanedae* from Brazil. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, v. 6, n. 56, p.710-713, 2005.

BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Total phenolics and antioxidant activity of five medicinal plants. **Química Nova**, v.30, n.2, p.11-29, 2006.

BIANCHI, M.L.P; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n.2, p. 123-130, 1999.

BLATT, C.T; SALATINO, A; SALATINO M.F. Flavonoids of *Tabebuia caraiba* (Bignoniaceae). **Biomedical Systematic and Ecology**, v.24, n.1, p.24-89, 1996.

BRANDÃO, M. Plantas medicamentosas do Cerrado mineiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p.15-20, 1999.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C. de A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) Benth & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 17, n.4, p.609-617, 2003.

CALDIZ, D.O.; FERNÁNDEZ, L. **Allelopathy as possible strategy for weed control in agriculture and forestry systems.** In: MACIAS, F.A. et al. **Recent advances in allelopathy.** Cádiz: Universidad de Cádiz, v.1, 1999, p. 451-462.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: Embrapa/CNPF, 1994, 640p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Colombo: Embrapa Florestas, 2003, p.65-1039.

CHANWITHEESUK, A.; TEERAWUTGULRAG, A.; RAKARIYATHAM, N. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. **Food Chemistry**, v.92, p.491-497, 2005.

CHUN, S.S.; VATEM, D.A.; LIN, Y.T.; SHETTY, K. Phenolic antioxidants. **Process Biochemical**, v. 2, n.40, p. 809-816, 2005.

FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n.1, p.175-204, 2000.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae – **Part II.** New York.: **The New York Botanical Garden**, v.1, 1992, p.144-145.

LIMA, A.R.; BARBOSA, V.C.; SANTOS FILHO, PR. GOUVÊA, C.M.C.P. Avaliação in vitro da atividade antioxidante do extrato hidroalcolico de folhas de bardana. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.4, n.16, p. 531-536, 2006.

HIGA, T.C. **Criopreservação de sementes e crescimento inicial de plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo (Bignoniaceae).** 2004. 50p. (Monografia – Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

KAUR, I.P.; GEETHA, T. Screening methods for antioxidants-a review. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**, v.6, n.8, p. 305-312, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992, 352p.

MACIAS, A.F.; FERNANDEZ, A.; VARELA, R.M.; MOLINILLO, J.M.G.; TORRES, A. ALVES, P.L.C.A. Sesquiterpene lactones as allelochemicals. **Journal of Natural Products**, v.69, n.5, p.795-800, 2006.

MACIAS, F.A., GALLINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. Plant biocommunicators application of allelopathic studies. *In* **2000 years of natural products research - past, present and future**. Ed. Teus J.C. Lujendijk, Phytoconsult, 2000, p.137-161.

MANTOVANI, S.P. Estimativas de perda da área do Cerrado Brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, n. 27, p. 249-256, 1998.

MOREIRA, D.L.; ENGELHARDT, R.L.; REIS, A.S.; SANCHES, E.M.; LEITÃO, S.G.; LEITÃO, G.G. Substâncias fenólicas com atividade antioxidante de *Pseudopiptadenia contorta* (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12(Supl.), n.18, p.124-125, 2002.

OLIVEIRA, A.K.M. de.; SCHLEDER, E.D.; FAVERO, S. Caracterização Morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea*. **Revista Árvore**, v. 30, n.1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, V.B.J.; SILVA, A.F. **Manual de plantas medicinais**. 6ed. São Paulo: Paulus, 2009, p.92-99.

PARK, B.S.; LEE, K.G.; SHIBAMOTO, T.; LEE, S.E.; TAKEOKA, G.R. The antioxidative activity of *T. impetiginosa* volatiles was comparable with that of the well-known antioxidants. **Journal of Agricultural, Food and Chemistry**, v. 1, n. 51, p. 295-300, 2003.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano S. Almeida SD(Eds). **Cerrado: Ambiente e flora**. Embrapa: Planaltina, 1998, p.89-166.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, V.K. & RIZVI. A discipline called allelopathy. In: S.J.H. Rizvi & V. Rizvi (eds.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London : Chapman & Hall, 1992, p.1-10.

TAWAHA, A.M.; TURK, M.A. Allelopathic effects of black mustard (*Brassica nigra*) on germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 189, n. 5, p. 298-303, 2003.

VEIGA, J.R.; PINTO, V.F.; MACIEL, A.C. Plantas Medicinais: Cura segura. **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

ZUANAZZI, J.A.S.; MONTANHA, J.A. Taninos e flavonoides em plantas da Caatinga, **Química Nova**, v.3, n.26, p. 49-56, 2003.

DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS, ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ALELOPÁTICA DE IPÊ-AMARELO (*TABEBUIA AUREA*) E IPÊ-ROXO (*TABEBUIA IMPETIGINOSA*)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de compostos fenólicos e avaliar as propriedades antioxidantes e alelopáticas de extratos de folhas e cascas de Ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*) e Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). As atividades foram conduzidas no Laboratório de Química Tecnológica do Instituto Federal Goiano (IFGoiano) de Rio Verde-GO. As folhas e cascas foram coletadas no Campus da Universidade de Rio Verde-GO (FESURV). Os extratos foram obtidos por maceração, usando como solventes hexano e etanol. Para fenóis e antioxidantes os ensaios foram realizados em triplicata, já para a alelopatia os experimentos foram em quadruplicata, sendo o delineamento experimental inteiramente ao acaso. A atividade antioxidante dos extratos foi determinada através do método do sequestro do radical livre DPPH. O conteúdo fenólico foi avaliado pelo método de Folin-Ciocalteu. O efeito alelopático foi determinado sobre sementes de alface, tomate e repolho. As variáveis avaliadas foram: porcentagem e índice de velocidade de germinação. Todos os dados foram expressos como médias e seus respectivos desvios padrão. Pode-se observar que, embora os extratos brutos etanólicos obtidos das cascas apresentam maior teor de compostos fenólicos, Ipê-roxo ($49,3 \pm 0,1$ mg EAG/g extrato) e Ipê-amarelo ($20,4 \pm 0,1$ mg EAG/g extrato), a maior eficiência antioxidante está nos extratos brutos etanólicos das folhas do Ipê-amarelo ($CE50 = 75,5 \pm 7,2$ ppm) e Ipê-roxo ($CE50 = 90,7 \pm 0,5$ ppm). Quanto ao efeito alelopático, para a alface (*Lactuca sativa L.*), a maior inibição da germinação ocorreu com o extrato IREF, com uma porcentagem de germinação de 31,5%, seguida do extrato IAHF (PG = 54,7%). Já o índice de velocidade de germinação teve a sua

maior inibição para o extrato IREF (IVG = 7,4), sendo que os demais extratos também apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IREC, que foi estatisticamente equivalente ao controle. Para o tomate (*Lycopersicum esculentum M.*), a maior inibição ocorreu para o extrato IREF com uma porcentagem de germinação de 44,0%, seguido do extrato IAEF (45,8%). O índice de velocidade de germinação teve a sua maior inibição para o extrato IREF (IVG = 14,9), sendo que todos os demais extratos também apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IAEC, que foi equivalente ao controle. Para a espécie repolho (*Brassica oleracea L.*), o extrato IREC apresentou a maior inibição, com uma porcentagem de germinação de 12,4%, seguida do extrato IAEC (PG = 27,6%). Já o índice de velocidade de germinação teve a sua maior inibição para o extrato IREC (IVG = 2,5), sendo que todos os demais extratos apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IRHF, que foi estatisticamente igual ao controle. Os dados obtidos permitem comprovar as propriedades alelopáticas dos extratos brutos hexânicos e etanólicos de Ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*) e Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*).

PALAVRA-CHAVE: antioxidantes, alelopatia, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa*, quinonas, flavonoides.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the content the phenolic compounds and to evaluate the antioxidant and allelopathic properties of extracts from leaves and barks of the *Tabebuia aurea* (Ipê-amarelo) and *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo). The activities were conducted at the Technological Chemistry Laboratory of the Instituto Federal Goiano (IFGoiano), Rio Verde -GO. The leaves and barks were collected in the Campus of the Universidade de Rio Verde-GO (FESURV). The extracts were obtained by maceration, using the hexane and ethanol as solvents. The assays were accomplished in triplicate for phenols and antioxidants, in quadruplicate for allelopathy, and using the entirely randomized experimental design. The antioxidant activity of extracts was determined by the DPPH free radical scavenging assay. The phenolic content was evaluated by Folin-Ciocalteu. The allelopathic effect was determined on seeds of lettuce, tomatoes and cabbage. The variables evaluated were: percentage and germination speed index. All data were expressed by averages and their respective standard deviations. Although the crude ethanolic extracts obtained from the barks presented higher phenolic contents, *Tabebuia impetiginosa* (49.3 ± 0.1 mg EAG/g extract) and *Tabebuia aurea* (20.4 ± 0.1 mg EAG/g extract), the highest antioxidant efficiency was displayed by crude ethanolic extracts of the *T. aurea* leaves (CE50 = 75.5 ± 7.2 ppm) and *T. impetiginosa* leaves (CE50 = 90.7 ± 0.5 ppm). Concerning the allelopathic effect, for lettuce (*Lactuca sativa* L.) the highest germination inhibition occurred with the extract IREF (PG = 31.5%), followed by the extract IAHF (PG = 54.7%). Concerning to germination speed index, the highest inhibition occurred with the extract IREF (GSI = 7.4), whereas other extracts presented an inhibitory effect for IVG, except the extract IREC that was statistically equivalent to the control. For tomato (*Lycopersicon esculentum* M.), the highest germination

inhibition occurred for the extract IREF with 44.0% approximately, followed by the extract IAEF (PG = 45.8%). The germination speed index showed the highest inhibition for the extract IREF (SGI = 14.9), whereas all other extracts presented an inhibitory effect for IVG, except the extract IAEC that was equivalent to the control. For the cabbage species (*Brassica oleracea L.*), the highest germination inhibition occurred for the extract IREC with 12.4% approximately followed by the extract IAEC (PG = 27.6%). The germination speed index showed the highest inhibition for the extract IREC (SGI = 2.5), and all other extracts presented an inhibitory effect for IVG, except the extract IRHF that was statistically equal to the control. The obtained data corroborate the allelopathic properties of the crude hexanic and ethanolic extracts of both *Tabebuia aurea* and *Tabebuia impetiginosa*.

KEY-WORDS: antioxidants, allelopathy, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa*, quinones, flavonoids.

3 INTRODUÇÃO

Tabebuia spp. (Bignoniaceae) são espécies nativas de floresta tropical úmida, gerando diversos produtos a partir de suas cascas os quais são conhecidos popularmente como “taheebo”, “lapacho”, “pau d’arco”, e no Brasil como “ipê-roxo”. A literatura etnobotânica cita o uso da casca e da folha da planta na medicina popular sob a forma de chá, como antibacteriano, antifúngico, diurético, adstringente e no tratamento caseiro para impetigo e contra alguns tipos de câncer, lúpus, doença de Parkinson, psoríase e alergia (PARK et al., 2003).

Os compostos fenólicos podem atuar nas plantas como antioxidantes, antimicrobianos, antifúngicos, fotorreceptores, atraentes visuais e repelentes de predadores, anti-inflamatória e antitumoral. Contudo, há atualmente grande interesse sobre sua atividade antioxidante, em virtude da habilidade de sequestrar e reduzir a formação de espécies reativas de oxigênio (EROS) (CARVALHO; 2003).

Os antioxidantes são um conjunto heterogêneo de substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais, e, ainda enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres/oxidantes (ZUANAZZI; MONTANHA, 2003).

Pode se incluir como defesas antioxidantes os agentes que catalepticamente removem radicais livres e outras espécies reativas, as proteínas que diminuem a disponibilidades de agentes pro-oxidantes, como os íons metálicos e ainda agentes sequestrantes de EROS e de espécies reativas de nitrogênio (ERNS) (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

O termo alelopatia é definido como qualquer efeito causado por uma planta, ou microrganismos, sobre outras plantas, por meio de compostos químicos lançados no

meio ambiente. Esses compostos são conhecidos como aleloquímicos ou agentes aleloquímicos (PUTNAM; DUKE, 1978).

Alguns dos efeitos específicos incluem modificação na estrutura e no transporte das membranas, alterações das características da morfologia celular, interferência no ciclo celular (replicação, síntese de proteínas, mitose, mecanismos celulares), modificação da atividade de fitohormônios, perturbação do metabolismo energético (respiração e fotossíntese), problemas no balanço de água e na função dos estômatos, inibição de síntese de pigmentos e bloqueio da função de numerosas enzimas (EINHELLIG 1986; EINHELLIG, 2002).

A presença de substâncias químicas como compostos fenólicos, cumarinas, terpenoides, flavonoides, alcaloides, glicosídeos, taninos e quinonas, que são encontradas como metabólitos secundários, podem desencadear efeitos benéficos ou maléficos sobre outros vegetais ou demais organismos (RODRIGUES; LOPES, 2001).

Desta forma, os objetivos do presente trabalho são determinar o teor de compostos fenólicos e as atividades antioxidante e alelopática em extratos de folhas e casca de *Tabebuia aurea* e *Tabebuia impetiginosa*.

3.1 Material e Métodos

As folhas e cascas foram coletadas no campus da Universidade de Rio Verde – GO (FESURV), no período de outubro a abril. As coordenadas obtidas em GPS, foram as seguintes: *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl S: 17° 47' 27,3" W: 50° 57' 36,3" e *Tabebuia aurea* (Manso) B. & H: S: 17° 47' 29,6" W: 50° 57' 34,8". As suas exsiccatas foram registradas no Herbário Jataiense da Universidade Federal de Goiás, sob os números de registro 5701 para a espécie *Tabebuia aurea* (Ipê-amarelo), e 5702 para a espécie *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo).

O material coletado foi seco em estufa com circular forçada de ar à temperatura de 40 °C e trituradas até a obtenção de um pó homogêneo. Este material foi submetido à extração por maceração a frio, com hexano, durante sete dias, com troca de solvente a cada dois dias. O solvente foi destilado, sob pressão reduzida, obtendo o extrato bruto hexano das folhas. O mesmo processo foi repetido, usando como solvente etanol, obtendo o extrato bruto etanol das folhas. O mesmo procedimento foi aplicado ao pó obtido das cascas, obtendo o extrato bruto etanólico.

Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Química Tecnológica do Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, GO.

A determinação do teor de fenóis totais presentes nas amostras dos extratos das folhas foi feita utilizando o método de Folin–Ciocalteu com modificações (BONOLI et al., 2004). O teor de fenóis totais (FT) foi determinado através de uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (10 a 350 µg/mL) e expresso como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por g de extrato. As análises foram realizadas em triplicata. Soluções de 0,10 g de cada extrato em 50 mL de etanol foram utilizadas. A 100 µL desta solução, foram adicionados 7,4 mL de Água, 2mL de Bicarbonato de Sódio e 500µL de reativo de Folin. As leituras de absorvância foram efetuadas após 2 horas, em 750nm.

A capacidade antioxidante foi avaliada segundo método descrito por Melo et al., (2006), usando o radical livre estável DPPH. Os dados obtidos foram usados para construir curvas de DPPH sequestrado versus a concentração da amostra, de modo a determinar a Concentração Efetiva 50 (CE50), ou seja, a concentração necessária para sequestrar metade do teor inicial de DPPH, através da análise de regressão linear e interpolação dos mesmos. A 4,0 mL de uma solução de 2500 ppm de DPPH em etanol, foram adicionados volumes diversos de solução etanólicas dos extratos (2000 ppm). Após 30 minutos, a leitura foi efetuada em 517 nm. Segundo a metodologia de Zuque et al., (2004), foram usados como controle BHT e ácido ascórbico. Todas as medidas foram realizadas em triplicata, e os resultados foram expressos em mg.L⁻¹ como média e desvio padrão.

Os testes de germinação foram realizados conforme descrito por Mourão Júnior e Souza Filho (2010). Brevemente, uma folha de papel germtest foi colocada sobre uma caixa do tipo gerbox e recebeu 3 mL de água destilada (controle), ou 3 mL da solução de extrato, sendo que posteriormente foi evaporado o solvente, ficando somente o extrato bruto seco que foi umidificado com água destilada. Quatro replicatas com 10 sementes comerciais de *Lactuca sativa L.* cv verônica (Alface), *Lycopersicum esculentum Miller* cv. Santa Cruz Kada (tomate) e *Brassica oleracea L.* cv. Capitata (repolho) foram utilizados para cada tratamento. As caixas do tipo gerbox foram colocadas em uma câmara de germinação a 25 °C e 12 horas de fotoperíodo. Sementes germinadas foram contadas após 24h, 48h, 72h, 96h e 120h. Valores de velocidade de germinação foram calculados de acordo com Mourão Júnior e Souza Filho (2010).

3.2 Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, para cada um dos tratamentos, sendo avaliada a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (IMG). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3.3 Resultados e Discussão

A massa do material vegetal coletado foi de 80g para folhas e cascas.

Os valores de fenóis totais foram calculados a partir de uma curva de calibração, usando como padrão o ácido gálico ($Abs = 0,0015 \cdot (EAG; ppm) + 0,0184$; $R^2 = 0,9963$).

TABELA 1 - Valores obtidos para os extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo em massa/g extrato.

EXTRATO	MASSA/G EXTRATO
IAHF	0,2620g
IAEF	0,2728g
IAEC	0,3079g
IRHF	0,2199g
IREF	0,3052g
IREC	0,3440g

IAHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-amarelo, IAEF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-amarelo, IAEC - Extrato Etanólico de casca de Ipê-amarelo, IRHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-roxo, IREF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-roxo, IREC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-roxo.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, nota-se que os extratos com maiores teores de compostos fenólicos são o extrato bruto etanólico da casca do Ipê-roxo ($49,3 \pm 0,1$ mg EAG / g extrato) e o extrato bruto etanólico da casca do Ipê-amarelo ($20,4 \pm 0,1$ mg EAG / g extrato), enquanto os extratos apolares (IAHF e IRHF) apresentam os menores valores obtidos, conforme esperado. Em ambas as espécies, os extratos brutos etanólicos obtidos das cascas tiveram teores de compostos fenólicos mais elevados, quando comparados com os extratos etanólicos obtidos de folhas.

TABELA 2 - Valores médios e desvio padrão dos teores de compostos fenólicos totais obtidos para os extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.

EXTRATO	MG EAG / G EXTRATO
IAHF	1,8 ± 0,7
IAEF	16,9 ± 0,1
IAEC	20,4 ± 0,1
IRHF	6,9 ± 0,1
IREF	13,1 ± 0,8
IREC	49,3 ± 0,1

IAHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-amarelo, IAEF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-amarelo, IAEC - Extrato Etanólico de casca de Ipê-amarelo, IRHF – Extrato Hexânico de folhas de Ipê-roxo, IREF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-roxo, IREC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-roxo.

A Tabela 3 ilustra os valores da concentração eficiente (CE50) para os extratos brutos avaliados. Nota-se que o extrato com maior eficiência antioxidante foi o extrato bruto etanólico das folhas do Ipê-amarelo (IAEF; CE50 = 75,5 ± 7,2 ppm), seguido pelo extrato bruto etanólico das folhas do Ipê-roxo (IREF; CE50 = 90,7 ± 0,5 ppm). Pode-se observar que, embora os extratos brutos etanólicos obtidos das cascas apresentem um maior teor de compostos fenólicos, a maior eficiência antioxidante foi observada nos extratos brutos etanólicos das folhas para ambas as espécies vegetais estudadas.

Ressalva-se que ambos os extratos hexânicos, obtiveram um alto valor para a CE50, indicando uma baixa atividade antioxidante, acima do controle BHT usado (CE50 = 220 ± 7 ppm); enquanto todos os demais extratos apresentaram uma eficiência antioxidante mais elevada; ainda que menor do que o ácido ascórbico (CE50 = 4,38 ± 0,03 ppm).

As diferentes atividades antioxidantes dos extratos podem então ser justificadas pelos diferentes tipos de solventes utilizados na extração. Além disso, esta atividade depende principalmente das diferentes características estruturais dos compostos fenólicos, assim como a energia de dissociação de grupos (OH) ligados. Sendo justificado, nos experimentos realizados, pelos solventes utilizados, no caso hexano e etanol (MOURE et al.; 2001).

Baseado em dados da literatura é possível inferir que a potente atividade antioxidante de extratos polares é dada pela presença de substâncias com hidroxilas (MENSOR et al., 2001).

Assim, a partir dos resultados obtidos, é possível verificar que houve variação entre os extratos, encontrando maiores indícios de compostos antioxidantes nos extratos

etanólicos das folhas, ao contrário dos fenólicos que estão presentes em maiores taxas nas cascas.

TABELA 3 - Valores médios e desvio padrão da concentração eficiente (CE50) pelo método de sequestro do radical livre DPPH para os extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.

EXTRATO	CE50 (PPM)
IAHF	651,0 ± 83,4
IAEF	75,5 ± 7,2
IAEC	213 ± 19,8
IRHF	297,8 ± 140,4
IREF	90,7 ± 0,5
IREC	168,4 ± 51,8
BHT	220 ± 7
Ácido Ascórbico	4,38 ± 0,03

IAHF – Extrato Hexânico de folhas de Ipê-amarelo, IAEF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-amarelo, IAEC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-amarelo, IRHF – Extrato Hexânico de folhas de Ipê-roxo, IREF - Extrato etanólico de folhas de Ipê-roxo, IREC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-roxo.

A Tabela 4 apresenta o resumo da análise de variância, em que se percebe as variáveis determinadas (PG e IVG), apresentaram diferenças estatísticas a 1% de probabilidade entre o controle e os diversos tratamentos. Conforme os dados apresentados na Tabela 5, para a espécie alface (*Lactuca sativa L.*), o controle obteve um percentual de germinação de 92,7%, enquanto os extratos brutos hexânico (IAHF) e etanólicos (IAEC e IREF) inibiram a germinação significativamente, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A maior inibição ocorreu para o extrato IREF com cerca de 31,5%, seguida do extrato IAHF 54,7%. Os demais extratos não apresentaram inibição significativa para a germinação. Já o índice de velocidade de germinação (ver Tabela 4) teve a sua maior inibição para o extrato IREF (7,4), sendo que todos os demais extratos apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IREC, que foi estatisticamente equivalente ao controle. Os melhores índices alelopáticos foram evidenciados no Ipê-roxo etanólico das folhas (31,5%). Assim, constatam que os extratos analisados apresentaram potencialidades alelopáticas, inibitórias na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa L.*).

TABELA 4 - Resumo da análise de variância do índice de velocidade e da percentagem de germinação da alface (*Lactuca sativa* L.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		IVG	PG
Tratamentos	6	1137,01*	1692,11*
Resíduo	21	72,36	288,84
Total	27		
CV(%)		27,88	24,58

* significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

TABELA 5 - Valores médios e desvio padrão para o índice de velocidade e percentual de germinação da alface (*Lactuca sativa* L.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.

TRATAMENTOS	IVG	PG
Controle	41,3 ± 2,4ab	92,7 ± 10,1 a
IAHF	19,3 ± 4,3 cd	54,7 ± 17,1 ab
IAEF	24,4 ± 4,7 bcd	85,2 ± 13,5 a
IAEC	33,2 ± 9,4 bc	69,8 ± 11,7 ab
IRHF	27,9 ± 13,2 bc	71,0 ± 29,3 a
IREF	7,4 ± 2,1 d	31,5 ± 8,0 b
IREC	60,1 ± 13,9 a	79,0 ± 19,7 a

IAHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-amarelo, IAEF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-amarelo, IAEC - Extrato Etanólico de casca de Ipê-amarelo, IRHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-roxo, IREF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-roxo, IREC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-roxo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estudando os dados da análise de variância, constatando, na Tabela 5, que as variáveis PG e IVG, ao nível de 1% de probabilidade, apresentaram diferenças entre o controle e os diversos tratamentos. Além disto, analisando os dados apresentados na Tabela 6, para a espécie tomate (*Lycopersicon esculentum* M.), nota-se que os extratos brutos hexânico (IRHF) e etanólicos (IAEF, IREF) inibiram a germinação significativamente, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. A maior inibição ocorreu para o extrato IREF com cerca de 44,0 %, seguida do extrato IAEF 45,8%. Os demais extratos não apresentaram inibição significativa para a germinação, já o controle obteve um percentual de germinação de 76,1 %. O índice de velocidade de germinação (conforme Tabela 6) teve a sua maior inibição para o extrato IREF (14,9), sendo que todos os demais extratos apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IAEC, que foi equivalente ao controle. A maior atividade alelopática foi constatada no Ipê-roxo

etanólico folhas (44,0%). Dessa forma, conclui-se que os extratos analisados apresentaram potencialidades alelopáticas e inibitórias na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.)

TABELA 6 - Resumo da análise de variância do índice de velocidade e da percentagem de germinação do tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e roxo.

FV	GL	Quadrados médios	
		IVG	PG
Tratamentos	6	1814,70*	1263,23*
Resíduo	21	32,92	176,44
	27		
<i>Lycopersicon esculentum</i> M CV(%)		18,90	22,05

* significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

TABELA 7 - Valores médios e desvio padrão para o índice de velocidade e percentual de germinação do Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo

Tratamentos	IVG	PG
Controle	62,7 ± 6,6 a	76,1 ± 14,3 ab
IAHF	28,2 ± 6,7 b	79,6 ± 10,7 a
IAEF	15,2 ± 5,8 bc	45,8 ± 8,8 bc
IAEC	58,8 ± 2,1 a	83,8 ± 3,1 a
IRHF	17,0 ± 4,3 bc	47,0 ± 9,1 bc
IREF	14,9 ± 7,8 c	44,0 ± 21,7 c
IREC	15,8 ± 5,1 bc	47,5 ± 15,2 bc

IAHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-amarelo, IAEF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-amarelo, IAEC - Extrato Etanólico de casca de Ipê-amarelo, IRHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-roxo, IREF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-roxo, IREC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-roxo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Por fim, para a espécie repolho (*B. oleracea* L.), as variáveis determinadas (PG e IVG), mais uma vez, apresentaram diferenças estatísticas a 1% de probabilidade para os diversos tratamentos, ver Tabela 7. Comparando os dados apresentados na Tabela 8 o controle obteve um percentual de germinação de 63,6 %, enquanto os extratos brutos (IAHF) e etanólicos (IAEC, IREC) inibiram a germinação significativamente, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. A maior inibição ocorreu para o extrato IREC com cerca de 12,4%, seguida do extrato IAEC (27,6%). Os demais extratos não apresentaram inibição significativa para a germinação. Já o índice de velocidade de germinação (ver dados na Tabela 8) teve a maior inibição para o extrato IREC (2,5), sendo que todos os demais

extratos apresentaram efeito inibitório para o IVG, exceto o extrato IRHF, que foi estatisticamente equivalente ao controle. Os maiores efeitos alelopáticos foram constatados no Ipê-roxo etanólico cascas (12,4%). Assim, foi possível observar que os extratos hexânicos e etanólicos de *Tabebuia aurea* (Ipê-amarelo) e *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo), apresentam atividade de inibição na germinação de sementes de alface, tomate e repolho.

TABELA 8 - Resumo da análise de variância do índice de velocidade e da percentagem de germinação do Repolho (*Brassica oleracea L.*) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.

FV	GL	Quadrados médios	
		IVG	PG
Tratamentos	6	210,27*	2648,47*
Resíduo	21	29,67	301,27
Total	27		
CV(%)		40,55	34,13

* significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 01$)

TABELA 9 - Valores médios e desvio padrão para o índice de velocidade e percentual de germinação do Repolho (*Brassica oleracea L.*) sob a influência dos extratos brutos de Ipê-amarelo e Ipê-roxo.

Tratamentos	IVG	PG
Controle	19,1±8,0a	63,6±21,6abc
IAHF	18,4±6,1ab	72,2±17,3ab
IAEF	16,9±3,9ab	54,5±12,9 abc
IAEC	6,0±1,0bc	27,6 ±5,5 cd
IRHF	20,1±1,8a	85,6±8,2 a
IREF	9,5±7,7abc	40,1±30,5 bcd
IREC	2,5±2,5c	12,4±12,3d

IAHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-amarelo, IAEF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-amarelo, IAEC - Extrato Etanólico de casca de Ipê-amarelo, IRHF - Extrato Hexânico de folhas de Ipê-roxo, IREF - Extrato Etanólico de folhas de Ipê-roxo, IREC - Extrato Etanólico de cascas de Ipê-roxo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÃO

Os extratos que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos foram os extratos etanólicos obtidos das cascas das espécies vegetais *Tabebuia aurea* e *Tabebuia impetiginosa*. A maior atividade antioxidante observada foi nos extratos brutos etanólicos das folhas, sendo mais intensa do que o controle BHT. Foram observados efeitos alelopáticos sobre as espécies alface, tomate e repolho, sendo que os mesmos foram mais intensos nos extratos brutos etanólicos das folhas e cascas de Ipê-roxo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONOLI, M.; VERARDO, V.; MARCONI, E.; CABONI, M.F. Antioxidant phenols in barley. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 1, n.51, p. 5195-5200, 2004.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003, p.65-1039.

EINHELLIG, F.A. **The physiology of allelochemical action: Clues and views**. In: **REIGOSA, M. & PEDROL, N. Allelopathy from Molecules to Ecosystems**. Vigo, Universidade de Vigo, 2002, p.1-23.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE J.M. “**The chemistry of free radicals and related reactive especies**”, In “**Free Radicals in Biology and Medicine**” Oxford University Press, ed Sec. 2, 1999, p.67-70.

MENSOR, L.L.; MENEZES F.S.; LEITÃO G.G.; REIS A.S.; SANTOS T.C.; COUBE C.S. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical. **Research Phytotherapy**, v.1, n.15, p.127-130, 2001.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.3, p. 639-644, 2006.

MOURÃO, Jr. M.; SOUZA FILHO, A.P.S. Diferenças no padrão da atividade alelopática em espécies da família Leguminosae. **Planta daninha**, v. 28, n.3, p. 939-951, 2010.

MOURE, A.; CRUZ, J.M.; FRANCO, D.; DOMÍNGUEZ, J.M.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; NÚÑEZ, M.J.; PARAJÓ, J.C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v.72, n.2, p.145-171, 2001.

PARK, B.S.; LEE, K.G.; SHIBAMOTO, T.; LEE, S.E.; TAKEOKA, G.R. The antioxidative activity of *T. impetiginosa* volatiles was comparable with that of the well-known antioxidants. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.51, n.1, p. 295-300, 2003.

PUTNAM, A.R.; DUKE, W.D. Allelopathy in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v. 16, n.1, p. 431-451, 1978.

PUTNAM, A.R.; & TANG, C.S. **The Science of Allelopathy**. New York: John Wiley and, Inc, 1986, p.171-188 .

RODRIGUES, F.C. M.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. sobre sementes de *Tabebuia alba* (cham.) Sandw. **Floresta e ambiente**, v. 8, n.1, p.130 -136, 2001.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

ZUANAZZI, J.A.S. MONTANHA, J.A. Taninos e flavonoides em plantas da Caatinga, **Química Nova**, v.3, n.26, p. 49-56, 2003.

ZUQUE, A.L.F.; WATANABE, E.S.; FERREIRA, A.M.T.; ARRUDA, A.L.A.; RESENDE, U.M.; CASTILHO, R.O. Avaliação das atividades antioxidante, antiomicrobiana e citotóxica de *Coupeia grandiflora* Benth (Chysobalanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 14, n. 2, p. 129-136, 2004.