

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

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE GOMEIRA
(*Vochysia pyramidalis* Mart.)**

**Autora: Gessiane Silva Cabral Guimarães
Orientador: Fabiano Guimarães Silva**

**Rio Verde – GO
Janeiro – 2013**

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE GOMEIRA
(*Vochysia pyramidalis* Mart.)**

Autora: Gessiane Silva Cabral Guimarães
Orientador: Fabiano Guimarães Silva

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 - Câmpus Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias.

**Rio Verde – GO
Janeiro – 2013**

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

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE GOMEIRA
(*Vochysia pyramidalis* Mart).**

Autora: Gessiane Silva Cabral Guimarães
Orientador: Dr. Fabiano Guimarães Silva

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

APROVADA em 31 de janeiro de 2013.

Prof. Dr. Takeshi Kamada
Avaliador externo
FESURV

Prof^ª. Dra. Flávia Dionísio Pereira
Avaliadora externa
COMIGO

Prof. Dr. Fabiano Guimarães Silva
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é o único que sabe o meu pensar, o meu falar e o meu agir, me sondas e me conhece por inteiro e durante estes dois anos me concedeu força, sabedoria e coragem para a realização de mais um sonho. Por tudo o que tens feito e por tudo o que vai fazer, quero Senhor te agradecer. Obrigada!

Aos meus pais José Carlos Vieira Guimarães e Gessi Silva Cabral Guimarães que sempre me deram força e incentivo para continuar meus estudos.

Ao meu esposo Geraldo Jarbas Moreira Dias pelo carinho, companheirismo, amizade, apoio e principalmente pela ajuda nos momentos que precisei e você sempre se dispôs.

Ao professor Dr. Fabiano Guimarães Silva, pela orientação concedida.

À Dr^a. Flávia Dionísio Pereira e Dr^a. Adriane da Silveira Gomes que tanto colaboraram sendo minhas coorientadoras.

Ao professor Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho, pela enorme ajuda e disponibilidade para comigo.

À Fabiula Gomes de Moraes Ribeiro, pelo companheirismo e dedicação ao nosso trabalho, mas, além disso, pela amizade. Muito Obrigada!

Aos colegas do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais: Aurélio Rubio Neto, Ana Paula Alves Cunha, Kamila Faria Paraguassu, Denner Nogueira Guimarães, Fabiula Gomes de Moraes Ribeiro, Henrique Lourenço, Isis Danielle Sousa, João Paulo Teodoro, Lorena Gonçalves Landi, Murilo Martins, Paula Sperotto Alberto, Paulo Dorneles e Talissa Tamara Gomes, agradeço pela troca de experiências e pelos momentos de convivências os quais serão sempre lembrados.

Ao meu avaliador Takeshi Kamada pela contribuição oferecida a este trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

GESSIANE SILVA CABRAL GUIMARÃES, filha de José Carlos Vieira Guimarães e Gessi Silva Cabral Guimarães, nasceu em Rio Verde, Estado de Goiás, em 24 de dezembro de 1985. Em 2008, recebeu grau de Bacharelado em Farmácia e Bioquímica, conferido pela Universidade de Rio Verde (FESURV), no ano de 2010 concluiu a especialização em Farmacologia Clínica pela Faculdade Oswaldo Cruz de São Paulo (FOC). Em março de 2011, iniciou no Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde-GO.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1 O Cerrado Brasileiro.....	1
2 Caracterização botânica de <i>V. pyramidalis</i> Mart.....	2
3 Propriedades e aplicações da família Vochysiaceae.....	5
4 Metabólitos secundários.....	7
5 Óleo essencial.....	8
6 Terpenos.....	10
7 Compostos fenólicos.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
OBJETIVOS GERAIS.....	24
CAPÍTULO I. Anatomia, histoquímica e caracterização química do óleo essencial de gomeira (<i>Vochysia pyramidalis</i> Mart.).....	25
Resumo	25
Abstract.....	26
1 INTRODUÇÃO	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.1 Material Vegetal	28

2.2 Ensaio (I): Estudos anatômicos	28
2.3 Ensaio (II): Estudos histoquímicos	29
2.4 Ensaio (III): Obtenção do óleo essencial	29
2.4.1 Análise do óleo essencial.....	30
3 RESULTADOS	30
3.1 Ensaio (I): Estudos anatômicos.....	30
3.2 Ensaio (II): Estudos histoquímicos	31
3.3 Ensaio (III): Obtenção e análise do óleo essencial.....	32
4. DISCUSSÃO	33
4.1 Ensaio (I): Anatomia	33
4.2 Ensaio (II): Histoquímica	34
4.3 Ensaio (III): Obtenção e análise do óleo essencial.....	35
5 CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Histoquímica das folhas, caules e pétalas de <i>Vochysia pyramidalis</i> Mart. para a detecção das principais classes de metabólitos. Rio Verde - GO, 2012.....	42
Tabela 2. Percentual dos compostos identificados no óleo essencial de <i>V. pyramidalis</i> Mart. obtidos de diferentes amostras. Rio Verde – GO, 2012.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<p>Figura 1. Árvore de <i>Vochysia pyramidalis</i> Mart. Planta adulta em área de ocorrência natural, no cerrado do município de Rio Verde – Goiás (A), caule cinza, áspero (B), inflorescência amarela (C). Fotos: Gessiane Silva Cabral Guimarães, 2011.....</p>	4
<p>Figura 2. Frutos verdes e maduros com sementes de <i>Vochysia pyramidalis</i> Mart. Fotos: Gessiane Silva Cabral Guimarães, 2012.....</p>	4
<p>Figura 3. Biossíntese de compostos terpenicos. Fonte: Taiz e Zeiger, 2006.....</p>	12
<p>Figura 4. Biossíntese de compostos fenólicos. Fonte: Taiz e Zeiger, 2006.....</p>	14
<p>Figura 1. Árvore de <i>Vochysia pyramidalis</i> Mart. em área de ocorrência natural, no cerrado do município de Rio Verde – Goiás (A), caule cinza, áspero (B), inflorescência amarela (C). Fotos: Gessiane Silva Cabral Guimarães, 2011.....</p>	40

- Figura 2.** Dissociação da epiderme de *V. pyramidalis* Mart. A - Face abaxial, evidenciando os estômatos (seta) e B - Face adaxial sem a presença de estômatos. Cortes transversais, coloração com Azul de Toluidina, C - Nervura principal (folha); D - Mesofilo (folha); E - Xilema (caule); F - Parênquima (pétala); G - epiderme e córtex (pétala); Ep Ad - epiderme adaxial; Ep Ab epiderme abaxial; PP - parênquima paliçádico; PE - parênquima esponjoso; Hd - hipoderme; Fl - floema; D - ducto; Xi - xilema; PF - parênquima fundamental; Fi - fibras; Co - colênquima; - EV - elementos de vasos; Ep - epiderme; FV - feixe vascular..... 41
- Figura 3.** Testes histoquímicos, coloração com Floroglucina ácida. A, B e C - caule; D e E - folha. A presença de lignina nos tecido é indicada pela cor vermelha. Coloração com Sudan IV. F e G - caule; H e I - folha; J - pétala. Os compostos lipídicos são evidenciados pela cor alaranjado intenso a vermelho..... 43
- Figura 4.** Testes histoquímicos, coloração com Dicromato de Potássio A e B - caule; C, D e E - folha; F - pétala. A presença de compostos fenólicos é indicada pela cor castanha. Coloração com Nadi. G e H - caule; I - folha; J - pétala. A presença de terpenos é evidenciada pela cor azul..... 44
- Figura 5.** Testes histoquímicos, coloração com Xilidine Ponceau (XP). A - folha; B - caule. A presença de proteínas totais é indicada pela cor vermelha. Coloração com reagente de Schiff (PAS). C - folha; D e E - caule. Os carboidratos totais são evidenciados pela cor púrpura magenta. Coloração com Hematoxilina. F - folha. A presença de alumínio é indicada pela cor azul turquesa a violeta..... 45

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

AL.....	Álcool
APG.....	Grupo de filogenia das Angiospermas
CG/EM.....	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas
FAA	Formaldeído, ácido acético e etanol
HID.....	Hidrocarbonato
MO.....	Monoterpeno Oxigenado
OE.....	Óleo essencial
OMS.....	Organização Mundial de Saúde
PAS.....	Reagente de Schiff
ROS.....	Substância reativa oxigenada
SH.....	Sesquiterpeno Hidrocarbonado
SO.....	Sesquiterpeno Oxigenado
UV.....	Ultravioleta
XP.....	Xilidine Ponceau
h.....	Horas
min.....	Minutos
cm.....	Centímetros
m.....	Metros
g.....	Gramas
°C.....	Graus Celsius
µm.....	Micromol
eV.....	Elétron-volt
m/z.....	Relação massa/carga

RESUMO

A gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.) é uma espécie arbórea do Cerrado encontrada em várias regiões do Brasil. Destaca-se pela bela floração sendo usada na ornamentação, recuperação de áreas degradadas e para extração de madeira. Pertencente à família Vochysiaceae a ela é atribuída propriedades medicinais utilizada na medicina popular como anti-inflamatória, analgésica, e antibacteriana. Entretanto, os estudos científicos realizados com esta espécie são escassos e por esse motivo, a contribuição das técnicas de anatomia e histoquímica é de grande importância, permitindo localizar as estruturas secretoras e identificar a natureza química dos constituintes celulares. A caracterização química de óleos essenciais obtidos de plantas identifica os constituintes químicos presentes contribuindo para a descoberta de substâncias biologicamente ativas e de grande interesse. Objetivou-se com este trabalho realizar ensaios anatômicos, histoquímicos e a caracterização química do óleo essencial de *V. pyramidalis* Mart. Através das análises anatômicas verificou-se a presença de várias características xeromórficas na lâmina foliar e sugerem que os ductos e os idioblastos são as únicas estruturas secretoras localizadas na planta. Os testes histoquímicos revelaram duas classes de metabólitos secundários, os compostos fenólicos e os terpenos. Pela cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) pode-se identificar 26 compostos no óleo essencial cujos prioritários foram o hexadecanol, pentacosano e o farnesol. Contudo, cabe ressaltar a necessidade de novas pesquisas como, por exemplo, investigações fitoquímicas e farmacológicas, para que *V. pyramidalis* possa ser utilizada para demonstrar as possíveis propriedades relacionadas ao uso medicinal ou nas indústrias de cosméticos e alimentos.

Palavras-chave: compostos fenólicos, estruturas secretoras, óleo essencial, terpenos e Vochysiaceae.

ABSTRACT

The Gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.) is an arboreal species of the Cerrado found in several regions of Brazil. Stands out for its beautiful flowering and has been used in ornamentation, recovery of degraded areas and wood. Belonging to the family of Vochysiaceae it is attributed medicinal properties and is used in traditional medicine as anti-inflammatory, analgesic, and antibacterial. However, scientific studies on this species are scarce and therefore, the contribution of anatomy and histochemistry techniques is of great importance because it allows to locate the secretory structures locate and to identify the chemical nature of cellular constituents. The chemical characterization of essential oils obtained from plants identify the chemical constituents present contributing to the discovery of biologically active substances and of great interest. The objective of this work was carried out anatomical, histochemical test and chemical characterization of essential oil of *V. pyramidalis* Mart. Through the anatomical analyzes it was verified the presence of various characteristics xeromorphic of leaf blade and suggest that the ducts and idioblasts are the ones that are located in the plant secretory structures. Histochemical tests revealed two classes of secondary metabolites, phenolic compounds and terpenes. Using the gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS) there were identified 26 compounds in the essential oil whose priority were hexadecanol, pentacosane and farnesol. However, we point out the need for further research, for example, phytochemical and pharmacological investigations, so *V. pyramidalis* in the future can be used as a medicinal plant and has utility in other areas such as the food and cosmetic industries.

Keywords: phenolic compounds, secretory structures, essential oil, terpenes and Vochysiaceae.

INTRODUÇÃO GERAL

1 O Cerrado Brasileiro

O Cerrado brasileiro concentra sobre a sua superfície uma fonte inestimável de recursos biológicos, pouco explorados e de elevado potencial econômico, com grande número de espécies medicinais, frutíferas, ornamentais e fornecedoras de madeira (Castro et al., 2005).

De acordo com Klink e Machado (2005) o Cerrado é considerado um dos “hotspots” (ambiente quente) à conservação da biodiversidade mundial. É a segunda maior formação vegetal brasileira em extensão, possui uma das mais ricas e diversas floras do mundo, com cerca de 11.627 espécies vasculares de plantas superiores nativas (Mendonça et al., 2008). Sua vegetação é composta por um mosaico representado por formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro e Walter, 2008).

Conforme Silva e Bates (2002) o Cerrado brasileiro é considerado um ambiente bastante ameaçado e a sobrevivência de suas espécies depende de sua conservação e preservação.

O desmatamento do Cerrado é superior a floresta Amazônica, porém a sua conservação é muito inferior. Diversas espécies de animais e vegetais estão ameaçadas de extinção. Os processos de ocupação e exploração em vários estados brasileiros deixaram a cobertura vegetal primitiva reduzida a pequenos remanescentes, comprometendo a integridade da fauna e flora presentes no bioma. As principais ameaças à biodiversidade são a erosão do solo, a ocupação desordenada devido à expansão agropecuária e urbana, a exploração irracional e o uso indiscriminado do fogo (Silva et al., 2006; Klink e Machado 2005; Cavalcanti, 2000).

Devido a sua grande importância o Cerrado possui reconhecimento nacional e mundial, mas à extensão das modificações ambientais ocorridas e à ameaça às numerosas espécies tem mobilizado pesquisadores, governantes e até mesmo o setor privado na busca de práticas de exploração sustentável, através de estratégias de conservação e manejo racional, visando preservar este patrimônio genético (MMA, 2007; Klink e Machado, 2005).

De acordo com Oliveira et al. (2006); Veiga et al. (2005); Maciel et al. (2002) a utilização de plantas com propriedades medicinais vem perpassando os tempos desde os primórdios da civilização humana e sua utilização empírica adveio de sucessivas observações que compõem a vasta medicina popular. Muitas vezes as plantas são o único recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos no tratamento e na cura de várias doenças. Entretanto, inúmeras espécies vegetais nativas do Cerrado possuem potencial medicinal, sendo que a maioria é desconhecida sob o ponto de vista científico (Cravotto et al., 2010).

As plantas medicinais podem conter centenas de constituintes químicos e alguns deles podem ser tóxicos, sendo falsa a ideia de que o uso de plantas é seguro e livre de efeitos colaterais (Calixto, 2000). A avaliação do potencial terapêutico dessas plantas e de alguns de seus constituintes químicos é objeto de muitos estudos onde já foram comprovadas ações farmacológicas (Zucaro et al., 2000; Hess e Delle Monache, 1999; Hess et al., 1995); várias dessas substâncias têm grandes possibilidades de serem utilizadas futuramente como agentes medicinais (Cechinel-Filho e Yunes, 1998). Um exemplo é o ácido tormêntico, isolado da casca do caule de *V. divergens* Pohl que é eficiente contra neuropatia e dor persistente pelo processo inflamatório (Bortalanza et al., 2002).

Dentre as plantas do Cerrado pode-se mencionar a gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.), pertencente à família Vochysiaceae que possui propriedades medicinais sendo utilizada na medicina popular para o tratamento de várias doenças.

2 Caracterização botânica de *Vochysia pyramidalis* Mart.

A família Vochysiaceae compreende cerca de 250 espécies distribuídas nas regiões tropicais da América e África. A família inclui oito gêneros neotropicais, exceto *Erismadelphus*, um gênero nativo na África Ocidental. No Brasil ocorrem seis gêneros e

150 espécies. É uma das principais famílias do Cerrado, com destaque para espécies de *Qualea*, *Vochysia*, *Callisthene* e *Salvertia convallariodora* (Souza e Lorenzi, 2008). O nome *Vochysia* vem do latim de *vochy*, nome popular da espécie tipo nas Guianas, *pyramidalis*, alusão aos frutos piramidais e gomeira por produzir goma consumida por macacos (Silva e Pereira, 2009).

Além do Cerrado, a gomeira é encontrada em campos de altitude e matas ripárias, conhecidas também como matas de galeria ou matas ciliares, crescendo nas margens de córregos em áreas de Cerrado, com predominância no centro oeste brasileiro (Paula et al., 2000). É distribuída nos Estados da Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Minas Gerais e Mato Grosso (Silva e Pereira, 2009).

A espécie *V. pyramidalis* Mart. é uma espécie arbórea, possui copa com ramos e gemas terminais pilosos, ferrugíneos; acinzentados quando maduros (Figura 1A). Troncos de até 50 cm de diâmetro; cinza, áspero com aspecto reticulado, podendo exsudar goma (Figura 1B). Folhas simples; opostas de até 19 cm de comprimento e 4,5 cm de largura; margens inteiras; nervuras primárias e secundárias salientes na face inferior; pecíolos de até 2 cm de comprimento, pilosos ferrugíneos; estípulas caducas, muito pequenas; folhas coriáceas; discolores; pilosas e ferrugíneas na face inferior. As inflorescências são de até 14 cm de comprimento, pilosas; ferrugíneas (Figura 1C). As flores são hermafroditas; de até 2 cm de comprimento; três pétalas livres; amarelas (Silva e Pereira, 2009; Souza e Lorenzi, 2008).

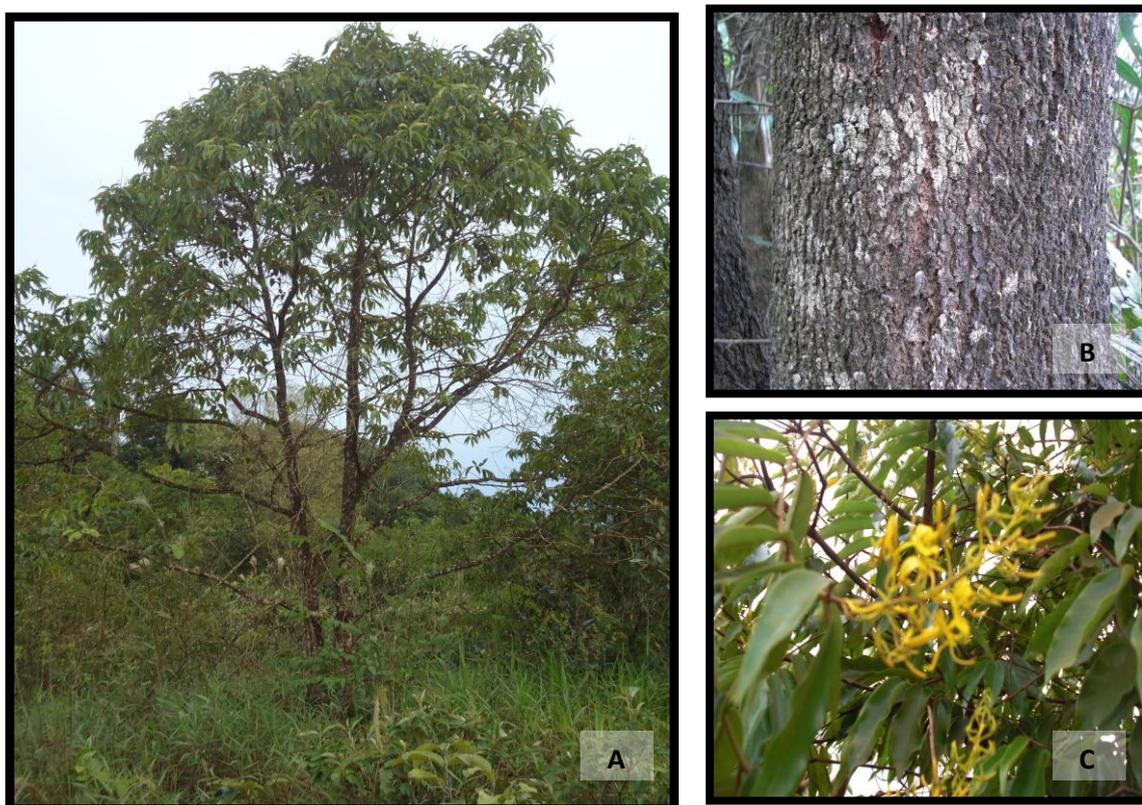


Figura 1. Árvore de *Vochysia pyramidalis* Mart. em área de ocorrência natural, no Cerrado do município de Rio Verde - Goiás (A), caule cinza, áspero (B), inflorescência amarela (C). Fotos: Gessiane Silva Cabral Guimarães, 2011.

Os frutos são cápsulas lenhosas; de até 2,2 cm de comprimento; trivalvares; deiscentes; secos; amarronzados quando maduros. As sementes são de até 1,8 cm de comprimento; alas terminais; amarronzadas; três sementes por fruto (Figura 2). Tem floração de agosto a outubro e frutificação em dezembro a abril (Silva e Pereira, 2009).



Figura 2. Frutos verdes e maduros com sementes de *Vochysia pyramidalis* Mart. Foto: Gessiane Silva Cabral Guimarães, 2012.

A família Vochysiaceae era tradicionalmente incluída na ordem das Polygalales por Cronquist (1981). No entanto, a análise filogenética molecular, baseada na região *rbcL* do cloroplasto indica que esta família possui características mais relacionadas com a ordem Myrtales (Carnevale Neto et al., 2011; APG III, 2009). De acordo com Yoshida et al. (2010) a presença de compostos fenólicos como os derivados de ácido elágico são comuns em Myrtales e pode ser considerado como um marcador para Vochysiaceae.

De acordo com a classificação do Grupo de Filogenia das Angiospermas (APG III, 2009) *Vochysia pyramidalis* Mart. tem a seguinte posição sistemática:

Reino: Plantae;
Divisão: Magnoliophyta;
Classe: Equisetopsida
Ordem: Myrtales
Família: Vochysiaceae;
Gênero: *Vochysia*;
Espécie: *pyramidalis*.

De maneira geral verifica-se que características xeromórficas podem ser observadas em espécies da família Vochysiaceae pelas condições hostis que o Cerrado oferece (Barbosa 1999; Fahn e Cuther, 1992). Outra característica bastante peculiar a esta família é a capacidade de acumulação de alumínio observada em seus representantes (Haridasan, 1982).

Segundo Andrade et al. (2011); Silva e Pereira (2009) a *Vochysia pyramidalis* é uma das espécies nativas do Cerrado que acumulam alumínio. Essa propriedade talvez explique a frequência elevada desta família no Brasil Central (Barbosa, 1999).

3 Propriedades e aplicações da família Vochysiaceae

Muitas espécies da família Vochysiaceae, em especial gêneros de *Qualea* e *Vochysia* são amplamente utilizadas na medicina popular para o tratamento de várias doenças (Rodrigues e Carvalho, 2001). Para esta família já foram relatados noventa e dois metabólitos secundários e seus constituintes químicos incluem triterpenóides,

esteróides e polifenóis como flavonóides e derivados do ácido elágico (Carnevale Neto et al., 2011).

Vários compostos com atividade biológica já foram identificados de acordo com os autores Gaspi et al. (2006); Hiruma-Lima et al. (2006); Weniger et al. (2005); Zucaro et al. (2000); Hess e Delle Monache (1999); Hess et al. (1995); foram detectados na casca do caule de algumas espécies de *Vochysia*, terpenóides (ácidos betulínico, serícico e divergióico), esteróides (sitosterol), saponinas, componentes fenólicos e taninos que, acreditando que sejam os responsáveis por seu efeito analgésico, por sua ação no sistema nervoso central e também pelas propriedades anti-inflamatórias, antibacterianas e anticonvulsivantes.

O ácido tormêntico, um triterpeno pentacíclico que é eficiente contra neuropatia e dor persistente por causa do processo inflamatório foi isolado de cascas do caule de *Vochysia divergens* Pohl, uma espécie frequentemente encontrada no Pantanal de Mato Grosso (Bortalanza et al., 2002). Segundo Jesus et al. (2009) a entrecasca é utilizada na forma de chá para combater úlcera. O chá das folhas para controlar asma e a gripe (Guarin Neto, 2006). Análises químicas da casca identificaram altos teores de ácido serícico, justificando o seu uso, porque esta substância possui propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes (Hess et al., 1995).

Conforme Weniger et al. (2005); Hess et al. (1995) *Vochysia divergens* e *Vochysia pacifica* também é utilizada na medicina popular contra as infecções microbianas e para o tratamento de feridas, asma, congestão pulmonar e dor gástrica.

Cascas e folhas de *Qualea grandiflora* são utilizadas como adstringentes e antidiarreico (Septímio 1994), bem como para o tratamento de feridas e doenças inflamatórias (Almeida et al., 1998). A infusão e a decocção de folhas de *Q. grandiflora* é utilizada como digestivo e para tratar a diarreia sanguinolenta, cólica intestinal, úlceras, azia, gripe e infecções (Rodrigues e Carvalho, 2001; Silva, 1998; Matteucci et al., 1995; Pott e Pott, 1994).

A espécie *Vochysia tucanorum*, é utilizada na prevenção e tratamento de lesões da mucosa gástrica, usada na forma de chás feitos a partir de suas folhas. Segundo Gomes et al. (2009) confirmaram essa utilização testando extratos metanólicos e butanólicos de *Vochysia tucanorum* em ratos. Investigações fitoquímicas da fração butanólica identificaram diferentes triterpenóides pentacíclicos como ácido betulínico, eritrodiol, ácido epi-betulínico, e derivados do ácido ursólico e ácido oleanólico, os quais provavelmente conferem a essa planta medicinal a potente ação gastroprotetora.

Um tipo de corante pode ser extraído da casca de espécies do gênero *Qualea* e da seiva fermentada de algumas espécies de *Vochysia* se fabrica uma bebida semelhante ao vinho (Barroso, 1991).

A Goma de *Vochysia bifalcata* assemelha-se á goma arábica, tendo potencial de uso como substância aglutinante para comprimidos (Mayworm et al., 1999).

As Vochysiaceae têm alto potencial oleaginoso e as sementes de *V. pyramidalis* têm em média um dos maiores teores de óleo (23-31%), a quantidade de ácido esteárico (C_{18:0}) está em torno de 27- 43% o ácido oléico (C_{18:1}) 37-57% respectivamente (Mayworm et al., 2011).

Segundo Metzger e Bornscheuer (2006) os óleos e gorduras são as matérias-primas mais importantes da indústria química. Cerca de 80% da produção global de óleos e gorduras são de origem vegetal e apenas 20% de origem animal. Em *Vochysia*, predominam os ácidos graxos de cadeias médias e longas (C₁₈, C₂₀, C₂₂). A presença de ácidos graxos em Vochysiaceae possibilita que sementes de algumas espécies possam ser exploradas como fonte de alimento, produção de detergentes, surfactantes, cosméticos, plásticos e até biodiesel (Mayworm et al., 2011).

Além destes usos, os ácidos graxos de Vochysiaceae poderão ser empregados como hipocolesterolêmicos vistos que o nível de colesterol no organismo é uma preocupação na manutenção da saúde humana. Estudos têm revelado que a ingestão de ácido esteárico diminui a absorção de colesterol (Guderian et al., 2007; Vinson et al., 2006).

A gomeira é um componente importante da flora do Cerrado, a goma, os frutos e sementes alimentam a fauna, mas o que chama atenção para está espécie é a beleza das flores, e pelo seu porte possui grande potencial ornamental, possibilitando o seu uso em arborizações, principalmente de parques e jardins, sendo utilizada na arborização da cidade de Brasília. Também, tem sido usada na recuperação de áreas degradadas por ter rápido crescimento e por atrair a fauna local. Regionalmente, sua madeira é empregada para forros e mourões (Silva e Pereira, 2009).

4 Metabólitos secundários

Muitas plantas possuem compostos de interesse conhecidos como metabólitos secundários, que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento.

Contudo, diferem dos metabólitos primários (aminoácidos, nucleotídeos, açúcares e outros) por terem distribuição restrita no reino vegetal, ou seja, são específicos a um grupo de espécies, enquanto os primários são encontrados em todo o reino vegetal (Taiz e Zeiger, 2006).

Os metabólitos secundários também são conhecidos por metabólitos especiais são princípios ativos responsáveis pelos efeitos terapêuticos e biológicos, a produção e concentração é influenciada por vários fatores como: sazonalidade, altitude, temperatura, radiação UV, ritmo circadiano, herbívora, ataque de patógenos, idade das plantas, água, micronutrientes, macronutrientes e composição atmosférica, sendo estes uns dos principais obstáculos ao seu processamento nas indústrias de fitomedicamentos e cosméticos (Souza, 2011; Morais, 2009; Gobbo-Neto e Lopes, 2007; Zaroni et al., 2004).

A produção destes metabólitos confere defesa contra herbívoros e microrganismo patogênicos, proteção contra os raios UV, atração de polinizadores ou animais dispersores de sementes, bem como agentes na competição planta-planta (Simões e Spitzer, 2003). Desde modo, muitos são utilizados como pesticidas ou modelos para pesticidas sintéticos, como o toxafeno, as piretrinas, a nicotina e a rotenona (Duke et al., 1998). Os metabólicos secundários também possuem aplicação comercial como fungicidas e medicamentos, outros são usados como fragrâncias, aromatizantes e materiais industriais (Taiz e Zeiger, 2006).

O elevado número e a grande diversidade dos metabólitos secundários têm despertado o interesse de pesquisadores na busca de novas moléculas potencialmente úteis ao homem. Isso ocorre em razão das atividades biológicas sendo muitas de importância comercial na área farmacêutica, alimentar, agrônômica, perfumaria dentre outras (Simões e Spitzer, 2003).

Os metabólitos secundários vegetais podem ser divididos em três grupos quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (Taiz e Zeiger, 2006). Os dois primeiros grupos foram identificados em *V. pyramidalis* Mart.

5 Óleo Essencial

A denominação de óleo essencial (OE) refere-se a um grupo de substâncias naturais aromatizantes que estão relacionados com diversas funções necessárias à

sobrevivência da planta. Os óleos essenciais são originados do metabolismo secundário de diversas espécies vegetais e extraídas a partir das flores, folhas, cascas dos caules, raízes, rizomas, frutos e sementes (Girard, 2005; Siani et al., 2000).

De modo geral, os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, líquidos de aparência oleosa, com baixa massa molecular, odorífica, solúveis em solventes orgânicos e com solubilidade limitada em água (Morais, 2009; Castro et al., 2004). Podem ocorrer em estruturas secretoras especializadas, tais como as células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos, tricomas glandulares, bolsas lisígenas e esquisolisígenas, ou ainda, acumular em qualquer órgão de uma planta, sendo que a composição pode variar segundo a localização e a espécie. Sua distribuição no reino vegetal é restrita a cerca de 50 famílias, sendo a maior parte angiospermas dicotiledôneas. Os óleos essenciais também podem ser chamados de óleos voláteis, óleos etéreos e essências (Simões e Spitzer, 2003).

Segundo Bizzo et al. (2009) o Brasil tem lugar de destaque na produção de óleo essencial, a posição do Brasil se deve aos óleos essenciais cítricos, que são subprodutos da indústria de sucos. Mas por outro lado, sofre de problemas crônicos como falta de manutenção do padrão de qualidade dos óleos, representatividade nacional e baixos investimentos governamentais no setor que levam ao quadro estacionário.

Muitas espécies nativas do Cerrado produzem óleos essenciais com diversos componentes importantes responsáveis por suas características aromáticas e terapêuticas que possui grande valor econômico. Nas indústrias são utilizados como aromatizantes de inúmeros perfumes, cosméticos, sabonetes, desodorantes, preparações condimentares e doces. São empregados também para mascarar odores desagradáveis em ambiente de trabalho e instalações sanitárias, além de serem usados como solventes em produtos da indústria química, tais como, tintas, borrachas, inseticidas. Outros têm propriedades farmacológicas e são usados como antissépticos, cicatrizantes, antibacterianos, antifúngicos, analgésicos, sedativos, expectorantes, estimulantes e estomáticos na composição de diversos medicamentos (Bizzo et al., 2009; Moraes, 2009; Girard, 2005; Siani et al., 2000; Gupta, 1994; Craveiro et al., 1981).

Os óleos essenciais sintetizados pelas plantas têm a finalidade de defesa ou de atrair os polinizadores. Por este motivo, são considerados fontes em potencial de substâncias biologicamente ativas (Simões e Spitzer, 2003).

Os métodos mais comuns para a extração dos óleos essenciais são enfloração (enfleurage), arraste por vapor d' água, extração com solventes orgânicos, prensagem e

extração por CO₂ supercrítico. A escolha do método varia com a localização do óleo na planta e com a finalidade de utilização do mesmo (Morais, 2009). A hidrodestilação é um tipo de extração de arraste por vapor d' água, este método é amplamente utilizado para determinação do óleo essencial por ser recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) na pesquisa em laboratórios, usando o aparelho do tipo Clevenger pela praticidade e baixo custo. O material vegetal fica imerso em água aquecida e após a condensação do vapor, o óleo se separa da fase aquosa por decantação (Prins et al., 2006).

A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém, vários fatores podem acarretar alterações significativas na produção dos metabólitos secundários. Os estímulos decorrentes do ambiente, no qual a planta se encontra, podem redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Dentre estes fatores, podem-se ressaltar as interações planta/microrganismos, planta/insetos e planta/planta; idade e estágio de desenvolvimento, fatores abióticos como luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, época e horário de coleta, bem como técnicas de colheita (Morais, 2009; Gobbo-Neto e Lopes, 2007; Ram et al., 2005; Tanu e Adholeya, 2004; Maciel et al., 2002).

A formação de óleos voláteis, em geral, parece aumentar em temperaturas mais elevadas, apesar de dias muito quentes levarem a uma perda excessiva destes metabólitos (Evans, 1996).

Nos últimos anos, os consumidores preferem produtos farmacêuticos ou alimentícios de origem natural. Devido a isso, a procura por plantas medicinais e aromáticas tem aumentado. Segundo Martinazzo et al. (2007) e Girard (2005) e os óleos essenciais possuem grande potencial para a busca de substâncias altamente funcionais de reconhecido valor econômico. A produção de óleos essenciais no Brasil é viável, mas também rentável (Bizzo et al., 2009).

6 Terpenos

Os terpenos representam a maior classe de compostos químicos de constituintes ativos de plantas encontrados nos óleos essenciais cerca de 40.000 moléculas diferentes compõem a família dos terpenóides ou isoprenóides (Aharoni, et al., 2004; Castro et al.,

2004). Os monoterpenos e sesquiterpenos são compostos terpênicos predominantes dos óleos essenciais, os diterpenos são os constituintes minoritários (Castro et al., 2004).

A classificação dos terpenos é feita pelo número de unidades pentacarbonadas que possuem. Os terpenos de 10 carbonos, que tem duas unidades C₅ são chamados de monoterpenos; os de três unidades C₅ são os sesquiterpenos; os de quatro unidades C₅ são os diterpenos. Os maiores incluem os triterpenos (30 carbonos), tetraterpenos (40 carbonos) e politerpenóides com mais de 40 átomos de carbono (Simões e Spitzer, 2003).

A biossíntese dos terpenoides deriva da condensação enzimática de unidades isoprênicas com 5 átomos de carbono. A unidade isoprênica, por sua vez se origina a partir do ácido mevalônico no citosol, três moléculas de acetil CoA são ligadas para formar o ácido mevalônico (Figura 3). Esse importante intermediário de seis carbonos é então pirofosforilado, descarboxilado e desidratado para produzir isopentenil difosfato (IPP). As unidades pentacarbonadas ativas na biossíntese dos terpenos que se unem para formar moléculas maiores são o IPP e seu isômero, dimetil difosfato (DMAPP). Inicialmente estas duas moléculas reagem e formam o geranyl difosfato (GPP), uma molécula de 10 carbonos, a partir da qual são formados os monoterpenos. O GPP pode então se ligar a outra molécula de IPP, formando um composto de 15 carbonos, farnesil difosfato (FPP), precursor da maioria dos sesquiterpenos. A adição de outra molécula de IPP forma o geranylgeranyl difosfato (GGPP), composto de 20 carbonos, precursor dos diterpenos. O FPP e GGPP podem dimerizar para formar triterpenos e tetraterpenos (Taiz e Zeiger, 2006).

O IPP também pode ser formado a partir de intermediários da glicólise ou do ciclo de redução fotossintética do carbono, através da rota do metileritritol fosfato (MEP), ativada no plastídio (Rodriguez - Concepcion, 2004). Ambas as vias conduzem a formação do isopentenil difosfato e dimetil difosfato os quais são elementos básicos na síntese dos terpenoides (Schuhr, 2003).

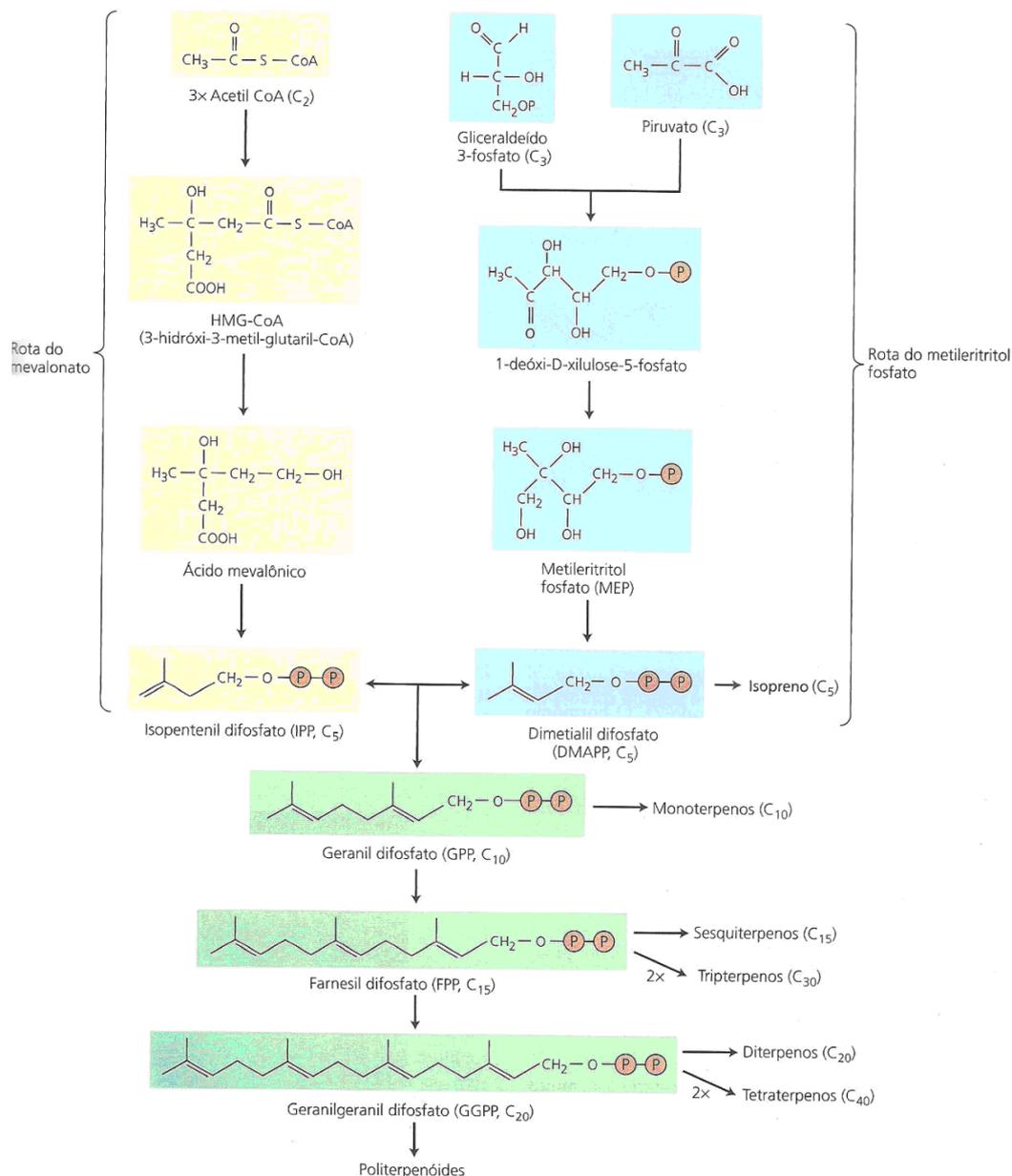


Figura 3. Biossíntese de compostos terpênicos. Fonte: Taiz e Zeiger, 2006.

De acordo com Silva-Santos et al. (2008) os compostos terpênicos possuem utilização farmacêutica inclui uso neurológico, dermatológico, antibiótico, analgésico, anti-inflamatório, gastrointestinal e anticancerígeno. Conforme Templeton (1998) os monoterpenos para a maioria dos mamíferos são pouco tóxicos, sendo reconhecidos como seguros e utilizados em muitos produtos de uso humano: condimentos artificiais, perfumes. Também são empregados em inúmeras formulações de expectorantes, descongestionantes, analgésicos externos e antissépticos (Windholz et al., 1998; Klocke et al., 1987).

Os monoterpenos e sesquiterpenos são alvos de inúmeros estudos como agrotóxicos de plantas, tendo como finalidade a proteção contra insetos e pragas (Simões e Spitzer, 2003). O uso intensivo de produtos químicos para controlar doenças em plantas e frutos vem causando prejuízos ao meio ambiente e selecionando espécies de fungos com resistência a fungicidas. Isto justifica, portanto, a busca por métodos alternativos de controle, no qual se incluem o controle biológico e a indução de resistência em plantas pelo uso de extratos vegetais e óleos essenciais (Schwan-Estrada e Stangarlin, 2005).

7 Compostos fenólicos

As plantas produzem uma grande variedade de produtos secundários que contêm um anel aromático em que ao menos, um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila (Carvalho et al., 2003). Estas substâncias são chamadas de compostos fenólicos e a estes são atribuídos vários efeitos benéficos à saúde. Estão presentes nas frutas cítricas, por exemplo, limão, laranja e tangerina, e outras como cereja, uva, ameixa, pera, maçã e mamão. Pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate também são excelentes fontes destes compostos, além dos chás e vinhos (Ajaikumar et al., 2005; Demas et al., 2005; Pimentel et al., 2005).

Os fenóis podem ser classificados segundo o tipo do esqueleto principal, em fenóis simples, ácidos fenólicos (derivados de ácidos benzóico e cinâmico), cumarinas, flavonóides, estilbenos, acetofenonas e ácidos fenilacéticos, fenilpropanóides, fenilpropenos, naftoquinonas, xantonas, antraquinonas, isoflavonóides, lignanas, diflavonóides, melaninas, ligninas, taninos hidrolisáveis e condensados (Carvalho et al., 2003).

No grande grupo dos compostos fenólicos, os flavonóides e os ácidos fenólicos são os que mais se destacam e, são considerados os antioxidantes fenólicos mais comuns de fontes naturais e estão amplamente distribuídas no reino vegetal (Karakaya, 2004).

Conforme Taiz e Zeiger (2006) duas rotas metabólicas básicas estão envolvidas na síntese dos compostos fenólicos: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico (Figura 4). A rota do ácido chiquímico participa na síntese da maioria dos fenóis vegetais. Converte precursores de carboidratos derivados da glicólise e da rota da

pentose fosfato em aminoácidos aromáticos. A fenilalanina elimina uma molécula de amônia para formar o ácido cinâmico, essa reação é catalisada pela fenilalanina amonialiase (PAL). Esta enzima está situada entre o metabolismo primário e secundário, a reação que ela catalisa é uma etapa reguladora importante na formação de muitos compostos fenólicos incluindo fenilpropanóides simples, cumarinas, derivados do ácido benzóico, lignina, antocianinas, isoflavonas, taninos condensados e outros. A atividade da PAL é aumentada por fatores ambientais, como baixos níveis de nutrientes, luz e infecção por fungos. O aumento da quantidade de PAL na planta estimula a síntese de compostos fenólicos.

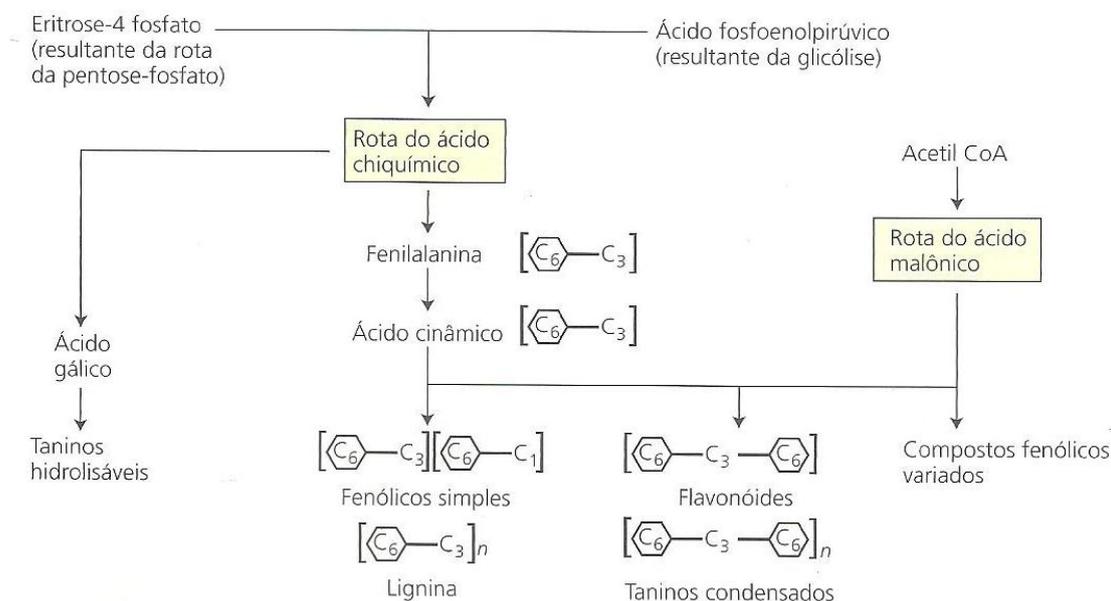


Figura 4. Síntese dos compostos fenólicos. Fonte: Taiz e Zeiger, 2006.

Os compostos fenólicos possuem funções importantes para os vegetais, a lignina, os flavonóides e outros compostos fenólicos atuam na defesa contra insetos, microrganismos e outros herbívoros. Estas substâncias se distribuem nos tecidos da planta e são armazenados em estado reduzido dentro dos vacúolos. Assim, quando a planta é submetida a qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico, estes compostos passam de uma forma atóxica, reduzida e compartimentalizada para uma forma tóxica, não reduzida e descompartimentalizada (Beckman, 2000).

De acordo com Taiz e Zeiger (2006) e Carvalho et al. (2003) os pigmentos flavonóides agem como proteção contra a radiação UV e atrativos para polinizadores e

animais dispersores de sementes. A lignina fortalece as paredes celulares por causa da rigidez mecânica. Além destas funções, os compostos fenólicos também contribuem para a economia sendo utilizados como flavorizantes e corantes de alimentos e bebidas, pelo sabor, odor e coloração de diversos vegetais.

Vários efeitos benéficos à saúde são atribuídos aos compostos fenólicos presentes nas frutas, vegetais, chás e vinhos. Estudos epidemiológicos, clínicos e *in vitro* mostram efeitos biológicos relacionados aos compostos fenólicos da dieta, tais como: atividades antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e anticarcinogênica (Beer et al., 2003; Cantos et al., 2002).

O consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária pode produzir uma ação protetora efetiva contra processos oxidativos que ocorrem tanto nos alimentos como no organismo animal. Foi descoberto que uma série de doenças entre as quais câncer, aterosclerose, diabetes, artrite, malária, AIDS, doenças do coração, podem estar ligadas aos danos causados por formas de oxigênio extremamente reativas denominadas de “substâncias reativas oxigenadas” ou ROS. Estas substâncias também estão ligadas com processos responsáveis pelo envelhecimento do corpo. Os produtos alimentícios também são susceptíveis a processos oxidativos, resultando em substâncias finais prejudiciais ou com características sensoriais indesejáveis, reduzindo com isso o prazo de validade dos produtos. Pesquisas para encontrar produtos naturais com atividade antioxidante permitirão substituir total ou parcial dos antioxidantes sintéticos, aos quais se atribuem efeitos deletérios ao organismo animal quando utilizados em doses elevadas (Sousa et al., 2007; Ninfali et al., 2005; Desgáspari e Waszczynskyj, 2004; Karakaya, 2004).

Além dos possíveis riscos que o uso irregular e/ou indiscriminado dos antioxidantes sintéticos pode acarretar ao homem, soma-se a rejeição generalizada dos aditivos alimentares sintéticos. Ênfase é dada à identificação e purificação de novos compostos com atividade antioxidante, obtidos de fontes naturais, que possam prevenir a deterioração oxidativa de alimentos e restringir a utilização dos antioxidantes sintéticos (Shahidi et al., 2007).

Desta forma, o interesse em estudar os compostos fenólicos oriundos de fontes naturais tem aumentado em virtude da aplicação farmacêutica e sua influência na qualidade dos produtos alimentícios (Desgáspari e Waszczynskyj, 2004; Soares, 2002).

Apesar da reconhecida importância ecológica e de suas propriedades e aplicações, as Vochysiaceae permanecem ainda pouco conhecidas, porque o número de

espécies estudadas ainda é reduzido. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho realizar estudos anatômicos, histoquímicos e identificar os constituintes químicos do óleo essencial de *Vochysia pyramidalis* Mart.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHARONI, A., GIRI, A. P., VERSTAPPEN, F. W. A., BERTEA, C. M., SEVENIER, R.; SUN, Z., JONGSMA, M. A., SCHWAB, W., BOUWMEESTER, H. J., 2004. Gain and loss of fruit flavor compounds produced by wild and cultivated strawberry species. *Plant Cell*. vol.16, p. 3110-3131.

AJAIKUMAR, K. B. *et al.*, 2005. The inhibition of gastric mucosal injury by *Punica granatum* L. (pomegranate) methanolic extract. *Journal of Ethnopharmacol*, Lausanne, vol. 96, n. 1/2, p. 171-176.

ALMEIDA, S. P., PROENÇA, C. E. B., SANO S. M., RIBEIRO, J. F., 1998. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina, Brasília.

ANDRADE, L. R. M., BARROS, L. M. G., ECHEVARRIA, G. F., AMARAL, L. V., COTTA, M. G., ROSSATTO, D. R., HARIDASAN, M., FRANCO, A. C., 2011. Al-hyperaccumulator Vochysiaceae from the Brazilian Cerrado store aluminum in their chloroplasts without apparent damage. *Environmental and Experimental Botany*, no.70, p. 37– 42.

APG (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP) III., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*.p. 105-121.

BARBOSA, A. R., 1999. *As espécies do gênero Vochysia Aubl. (Vochysiaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo*. Campinas: Universidade Estadual de campinas. 196p. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal.

BARROSO, G. M., 1991. *Sistemática de Angiospermas do Brasil.*, vol.2, Imp. Univ.UFV, Viçosa.

BECKMAN, C. H., 2000. Phenolics-Storing cells: keys to programmed cell dead and periderm formation in disease resistance and in general defence responses in plants? *Physiological and molecular plant pathology*, London, v. 57, p. 101-110.

BEER, D. *et al.*, 2003. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines: Free radical scavenging. *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 51, p. 902-909.

BIZZO, H. R., HOVELL, A. M. C., REZENDE, C. M., 2009. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, vol. 32, n. 3, p. 588-594.

BORTALANZA, L. B., FERREIRA, J., HESS, S. C., 2002. Anti-allodynic action of the tormentic acid, a triterpene isolated from plant, against neuropathic and inflammatory persistent pain in mice. *European Journal Pharmacology*, vol. 453, p. 203-208.

CALIXTO, J. B., 2000. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. vol. 33, p.179-189.

CANTOS, E., ESPÍN, J. C., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., 2002. Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 50, p. 5691-5696.

CARNEVALE NETO, F. C., PILON, A. C., SILVA, D. H. S., BOLZANI, V. S., GAMBOA, I. C., 2011. Vochysiaceae: secondary metabolites, ethnopharmacology and pharmacological potential. *Phytochemistry Reviews*, vol.10, no. 3, p. 413-429.

CARVALHO, J. C. T., GOSMANN, G., SCHENKEL, E. P., Compostos fenólicos simples e heterosídeos., 2003. In: SIMÕES, C. M. O et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.433- 449.

CASTRO, A. H. F., ALVARENGA, A. A., SOARES, A. M., YOUNG, M. C. M., PURCINO, A. A. C., 2005. Avaliação sazonal da atividade da fenilalanina amônia-liase e dos teores de fenóis e taninos totais em *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.: uma espécie medicinal do cerrado. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*., Botucatu, vol.7, n.3, p.45-55.

CASTRO, H. G., OLIVEIRA, L. O., BARBOSA, L. C. A., FERREIRA, F. A., SILVA, D. J. H., MOSQUIM, P. R, NASCIMENTO, E. A., 2004. Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. *Química Nova*, vol. 27, n. 01, p. 55-57.

CAVALCANTI, R. Capricho da Natureza., 2000. *UnB Revista*, p. 20-23, Edição Especial.

CECHINEL-FILHO, V., YUNES, R. A., 1998. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceito sobre modificação estrutural para otimização da atividade. *Química Nova*. vol. 21, n.1, p.99-105.

CRAVEIRO, A. A., FERNANDES, A. G., ANDRADE, C. H. S., 1981. *Óleos essenciais de plantas do nordeste*. Fortaleza: Editora UFC, 210p.

CRAVOTTO, G., BOFFA, L., GENZINI, L., GARELLA, D., 2010. Phytotherapeutics: an evaluation of the potential of 1000 plans. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, vol.35, p.11- 48.

CRONQUIST, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.

DEGÁSPARI, C. H., WASZCZYNSKYJ, N., 2004. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. *Visão acadêmica*, Curitiba, vol. 5, n.1, p. 33-40.

DELMAS, D., JANNIN, B., LATRUFFE, N., 2005. Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and ageing. *Molecular Nutrition & Food Research*, vol. 49, p. 377-395.

DUKE, S. O., PAUL, R. N., LEE, S. M., 1998. Biologically active natural products – Potencial use in agriculture. In: PRATES, H. T.; LEITE, R. C.; CRAVEIRO, A. A.; OLIVEIRA, A. B. Identification of some chemical components of the essential oil from molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) and their activity against catle-tick (*Boophilus microplus*). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, vol. 9, n. 2, p. 193-197.

EVANS, W. C., 1996. Trease and Evans, *Pharmacognosy*, 14th ed., WB Saunders Company: Landon, cap. 7.

FAHN, A., CUTHER, D., 1992. *Xerophytes*. Gebruder Borntraeger, Berlin.

GASPI, F. O. G., FOGLIO, M. A., CARVALHO, J. E., MORENO, R. A., 2006. Pharmacological activities investigation of crude extracts and fractions from *Qualea grandiflora* Mart. *Journal of Ethnopharmacol*, p.19–24.

GIRARD, E. A., 2005. *Volume, Biomassa e Rendimentos de Óleos Essenciais do Craveiro (Pimenta pseudocaryophyllus (Gomes) Landrum) em floresta Ombrófila Mista*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 75p. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais.

GOBBO-NETO, L., LOPES, N. P., 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*. vol. 30, p. 374-381.

GOMES, R. C., BOMAMIN, F., DARIN, D. D., SEITO, L. N., DI STASI, L. C., DOKKEDAL, A. L, VILEGAS, W., BRITO, A. R. M. S., HIRUMA-LIMA, C. A., 2009. Antioxidative action of methanolic extract and buthanolic fraction of *Vochysia tucanorum* Mart. in the gastroprotection. *Journal of Ethnopharmacol*, p. 466–471.

GUARIN NETO, G. O., 2006. Saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. *Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*, vol. 17, p. 71-79.

GUDERIAN J. R, D. M., RASMUSSEN, H. E, WRAY, C. A., DUSSAULT, P. H., CARR, T. P., 2007. Cholesterol – lowering properties of plant sterols esterified with beef tallow fatty acids in hamsters. *Nutrition Research*, p. 283-288.

GUPTA, R., 1994. Basil (*Ocimum* spp.) G -15gene banks for medicinal and aromatic plants. *Newsletter*, vol.1, p.1-3.

HARIDASAN, M., 1982. Aluminum accumulation by some Cerrado native species in central Brazil. *Plant and Soil*, vol. 65, p. 265-273.

HESS, S. C, BRUM, R. L, HONDA, N. K, CRUZ, A. B, MORETTO, E, CRUZ, R. B, MESSANA, I, FERRARI, F., CECHINEL FILHO,V., YUNES, R. A., 1995.

Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Vochysia divergens* (Vochysiaceae). *Journal of Ethnopharmacol*, vol. 47, n.2, p.97–100.

HESS, S. C. and DELLE MONACHE, F., 1999. Divergioic acid, a triterpene from a *Vochysia divergens*. *Journal Brazilian Chemical Society*, vol.10, no. 2, p. 104-106.

HIRUMA-LIMA, C. A., SANTOS, L. C., KUSHIMA, H., PELLIZZON, C. H., SILVEIRA, G. G., VASCONCELOS, P. C. P., VILEGAS, W., BRITO, A. R. M. S., 2006. *Qualea grandiflora*, a Brazilian “Cerrado” medicinal plant presents an important antiulcer activity. *Journal of Ethnopharmacol*, p. 207–214.

JESUS, N. Z. T., LIMA, J. C. S., SILVA, R. M., ESPINOSA, M. M., MARTINS, D. T. O., 2009. Levantamento etnobotânico de plantas popularmente utilizadas como antiúlceras e antiinflamatórias pela comunidade de Pirizal, Nossa Senhora do Livramento - MT, Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol.19, no.1, p.130-139.

KARAKAYA, S., 2004. Bioavailability of Phenolic Compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, vol. 44, n. 6, p. 453-464.

KELSEY, R. G., REYNOLDS, G. W., RODRIGUEZ, E. The chemistry of biologically active constituents secreted and stored in plant glandular trichomes. In: RODRIGUEZ, E.; HEALEY, P.L.; METHA, I. (Eds.). *Biology and chemistry of plant trichomes*. New York: Plenum, 1984. p.187-241.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, vol.19, n.3, p. 707-713.

KLOCKE, J. A., DARLINGTON, M. V., BALANDRIN, M. F., 1987. 1,8 cineole (eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). *Journal of Chemical Ecology*, vol.13, p.2131-2141.

MACIEL, M. A. M., PINTO, A. C., VEIGA J. R., V. F., 2002. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova*, vol. 25, n.3, p. 429- 438.

MARTINAZZO, A. P. et al., 2007. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol.11, n.3, p.301- 306.

MATTEUCCI, M. B. A., GUIMARÃES, N. N. R., TIVERON FILHO, D., SANTOS, C., 1995. A flora do cerrado e suas formas de aproveitamento. *Anais Escola de Agronomia*, vol. 25, p.13–30.

MAYWORM, M. A. S., 1999. *Carboidratos e proteínas de sementes e lipídeos de Vochysiaceae*. Universidade de São Paulo. Tese apresentada ao Instituto de Biociências da USP, SP.

MAYWORM, M. A. S., BUCKERIDGE, M. S., MARQUEZ, U. M. L., SALATINO, A., 2011. Nutritional reserves of Vochysiaceae seeds: chemical diversity and potential economic uses. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, vol.83, no. 2, p. 523-531.

- MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA-Jr., M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRAS, T. S., NOGUEIRA, P. E. & FAGG, C. W., 2008. Flora vascular do cerrado: *Checklist* com 12.356 espécies. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, ed.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p.417-1279.
- METZGER, J. O., BORNSCHEUER, V., 2006. Lipids as renewable resources: current state of chemical and biotechnological conversion and diversification. *Appl Microbiol. Biotechnol*, vol. 71, p. 13-22.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente., 2007. Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros.
- MORAIS, L. A. S., 2009. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, vol. 27, n. 2, p. 4050-4063.
- NINFALI, P. *et al.*, 2005. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition. *British Journal of Nutrition.*, Wallingford, vol. 93, n. 2, p. 257-266.
- OLIVEIRA, M. J. R., SIMÕES, M. J. S., SASSI, C. R. R., 2006. Fitoterapia no Sistema de Saúde Pública (SUS) no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai.*, Botucatu, vol.8, n.2, p.39-41.
- PAULA, J. E., SILVA JÚNIOR, F. G., SILVA, A. P. P., 2000. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro - oeste brasileiro. *Scientia Forestalis*. no. 58, p.73-89.
- PIMENTEL, C. V. M. B., FRANCKI, V. M., GOLLÜCKE, A. P. B., 2005. *Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos*. São Paulo: Varela.
- POTT, A.; POTT, V. J., 1994. Plantas do Pantanal. Planaltina, Brazil. 320p.
- PRINS, C. L., LEMOS, C. S. L., FREITAS, S. P., 2006. Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai.*, Botucatu, vol.8, n.4, p.92-95.
- RAM, D., RAM, M., SINGH, R., 2005. Optimization of water and nitrogen application to menthol mint (*Mentha arvensis* L.) through sugarcane trash mulch in a sandy loam soil of semi-arid subtropical climate. *Bioresource Technology*, vol.97, n.7, p.885-93.
- RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T., 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina. p.151-212.

RODRIGUES, V. E. G., CARVALHO, D. A., 2001. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio Cerrado na região do Alto Rio Grande-Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, vol. 25, n.1, p.102-123.

RODRIGUEZ- CONCEPCION, M., 2004. The MEP pathway: a new target for the development of herbicides, antibiotics and antimalarial drugs. *Current Pharmaceutical Design*, vol. 10, p.2391-2400.

SCHUHR, C. A *et al.*, 2003. Quantitative assessment of crosstalk between the two isoprenoid biosynthesis pathways in plants by NMR spectroscopy. *Phytochemistry Reviews*, vol.2, p. 3-16.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F; STANGARLIN, J. R., 2005. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.S. et al. *Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos*. Piracicaba: Fealq, p.125-32.

SEPTÍMIO, L. R., 1994. *Fitoterapia baseada em ervas medicinais do cerrado*. Ministério da Agricultura. Brasília.

SHAHIDI, F; ALASALVAR, C; LIYANA-PATHIRANA, C. M., 2007. Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Hazelnut Byproducts. . *Journal of agricultural and food chemistry*, Washington, vol. 55, n. 4, p. 1212-1220.

SIANI, A. C., SAMPAIO, A. L. F., SOUZA, M. C DE HENRIQUES., M. G. M. O., RAMOS., M. F. S., 2000. Óleos Essenciais – potencial antiinflamatório. *Biotecnologia, Ciências e Desenvolvimento*, n.16 p. 38-43.

SILVA, J. F., FARINAS, M. R., FELFILI, J. M., KLINK, C. A., 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, vol.33, p. 536-548.

SILVA, J. M. C., BATES, J. M., 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience*, vol.52, p.225-233.

SILVA JUNIOR, M. C. S., PEREIRA, B. A. S., 2009. + 100 *Árvores do Cerrado Matas de Galeria*. Brasília: Rede de sementes do Cerrado, 288p.

SILVA, R. S., 1998. *Plantas do Cerrado utilizadas pelas comunidades da região do Grande Sertão Veredas*. Funatura, Brasília.

SIMÕES, C. M. O., SPITZER, V. Óleos voláteis. 2003. In: SIMÕES, C. M. O *et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.387-416.

SOARES, S. E., 2002. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de nutrição*, vol.15, n.1, p.71-81.

SOUSA, C. M. M., SILVA, H. R., VIEIRA-JR., G. M, AYRES, M. C. C., COSTA, C. L. S., ARAÚJO, D. S., CAVALCANTE, L. C. D., BARROS, E. D. S., ARAÚJO, P.

B. M., BRANDÃO, M. S., CHAVES, M. H., 2007. Fenóis Totais e Atividade Antioxidante de cinco Plantas Medicinais. *Química Nova*, vol. 30, n. 2, p. 351-355.

SOUZA, M. F *et al.*, 2011. Influencia do horário de coleta, orientação geográfica e dossel na produção de óleo essencial de *Cordia verbennacea* DC. *Biotemas*, vol.24, n.1,p.9.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. *Botânica Sistemática*. Guia ilustrado para a identificação das famílias Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, Baseado no APG II. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2008.

TAIZ, L., ZEIGER, E., 2006. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 308 - 333.

TANU, A. P; ADHOLEYA, A., 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. *Bioresource Technology*, vol.92, n.3, p.311-9.

TEMPLETON, W., 1998. An introduction of the chemistry of terpenoids and steroids. *In: DUNKEL, F. V., SEARS, LJ*. Fumigant properties of physical preparatios from mountain big sagebrush, *Artemisia tridentata* Nutt. Ssp. *vaseyana* (Rydb.) beetle for stored grain insects. *Journal of Stored Products Research*, vol. 34, n. 4, p. 307-321.

VEIGA, J. R., VALDIR, F., PINTO, A. C., MACIEL, M. A. M., 2005. Plantas medicinais: cura segura? *Química Nova*. vol.28, n.3, p.519-528.

VINSON, J. A., PROCH, J., BOSE, P., MUCHLER, S., TAFFERA, P., SHUTA, D., SAMMAN, N., AGBOR, G. A., 2006. Chocolate is a powerful ex vivo and in vivo antioxidants in the European and American diets. *Journal of agricultural and food chemistry*, p. 8071-8076.

WENIGER, B., LOBSTEIN, A., UM, B. H., VONTHRON-SÉNÉCHAU, C., ANTON R., USUGA, N. J., BASARAN, H., LUGNIER C., 2005. Bioactive triterpenoids from *Vochysia pacifica* interact with cyclic nucleotide phosphodiesterase isozyme PDE4. *Phytotherapy Research.*, vol. 19, p. 75–77.

WINDHOLZ, M. *et al.*, 1998. The Merck Index. *In: DUNKEL, FV; SEARS, LJ* Fumigant properties of physical preparatios from mountain big sagebrush, *Artemisia tridentata* Nutt. Ssp. *Vaseyana* (Rydb.) beetle for stored grain insects. *Journal of Stored Products Research*, vol. 34, n. 4, p. 307-321.

YOSHIDA, T., AMAKURA, Y., YOSHIMURA, M., 2010. Structural features and biological properties of ellagitannins in some plant families of the order Myrtales. *International Journal of Molecular Sciences*, vol.11, p. 79–106.

ZARONI, M., PONTAROLO, R., ABRAHÃO, W. S. M., FAVERO, M. L. D., CORREIA JÚNIOR, C., STREMEL, D. P., 2004. Qualidade microbiológica das plantas medicinais produzidas no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. vol. 14, n.1, p. 29-39.

ZUCARO, Y. L., COMPAGNONE, R. S., HESS, S. C., MONACHE, F. D., 2000. 6 β -Hydroxymaslinic acid, a triterpene from *Vochysia ferruginea*. *Journal Brazilian Chemical Society*, vol.11, p. 241–244.

OBJETIVO GERAL

Estudar a anatomia, histoquímica e caracterizar os constituintes químicos do óleo essencial de Gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.).

Anatomia, histoquímica e caracterização química do óleo essencial de gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.)

Resumo: Entre as diversas plantas do Cerrado pode-se mencionar a gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.), pertencente à família Vochysiaceae e a qual é atribuída propriedades medicinais sendo aplicada na medicina popular como anti-inflamatória, analgésica e antibacteriana. Entretanto, as informações científicas a respeito desta espécie são escassas e por isso, objetivou-se com este trabalho realizar estudos anatômicos, histoquímicos e caracterizar os compostos químicos do óleo essencial. Para o estudo anatômico, amostras de folhas, caules e pétalas foram fixados e submetidos a técnicas usuais de anatomia vegetal. Para os testes histoquímicos, amostras frescas de caules, folhas e pétalas foram cortadas em micrótomo sendo posteriormente submetidas às colorações com diferentes reagentes para a detecção dos compostos. O óleo essencial das flores frescas, folhas frescas e secas foi obtido por hidrodestilação e caracterizado por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). As análises anatômicas evidenciaram a presença de várias características xeromórficas e sugerem que os ductos e os idioblastos são as únicas estruturas secretoras localizadas na planta. Os testes histoquímicos revelaram a presença de duas classes de metabólitos secundários, os compostos fenólicos e os terpenos. Pela CG/EM foi identificado a composição química do óleo essencial cujos compostos prioritários foram o hexadecanol, o pentacosano e o farnesol.

Palavras-chave: Cerrado Goiano, estruturas secretoras, farnesol, metabólitos secundários e terpenos.

Anatomy, histochemistry and chemical characterization of its essential oil of gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart).

Abstract: The gomeira (*Vochysia pyramidalis* Mart.), belonging to the family Vochysiaceae, is a plant species from the Brazilian cerrado used in traditional medicine because of its reputedly anti-inflammatory, analgesic and anti-bacterial properties. However, scientific data concerning this species are scarce. Therefore, the aim of the present study was to conduct an anatomical and histochemical assessment of this plant species and characterize the chemical composition of its essential oil. For the anatomical evaluation, the leaves, stems and petals were fixed and subjected to common plant anatomy techniques. For the histochemical tests, fresh samples of the stems, leaves and petals were sectioned using a microtome and stained with different dyes to identify the chemical components. The essential oil was obtained from fresh flowers and both dry and fresh leaves using hydrodistillation and was characterized by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS). The anatomical analysis showed several xeromorphic characteristics, which suggest that the ducts and idioblasts are the only secretory structures present in this species. The histochemical tests revealed the presence of secondary metabolites belonging to two different chemical classes: the phenolic compounds and terpenes. The chemical composition of the essential oil was analyzed by GC/MS, and hexadecanol, pentacosane and farnesol were identified as its main components.

Keywords: Brazilian cerrado in Goiás state, secretory structures, farnesol, secondary metabolites and terpenes.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, surgiu o interesse em fontes renováveis como parte de um esforço para promover uma nova economia sustentável e substituir processos tradicionais (Piazza e Foglia, 2001). Encontrar resultados satisfatórios depende de vários fatores, que podem ser exercitados trabalhando, por exemplo, com as espécies do Cerrado que são promissoras, porém, ainda carentes de estudos científicos. Estima-se que a metade das espécies nativas tenha alguma propriedade medicinal, sendo que poucas foram estudadas adequadamente (Souza e Felfili, 2006; Gusmão, Vieira e Fonseca, 2005; Rodrigues e Carvalho, 2001).

Para Vochysiaceae já foram relatados noventa e dois metabólitos secundários e propriedades farmacológicas são atribuídas a várias espécies da família (Carnevale Neto et al., 2011; Gomes et al., 2009; Guarin Neto, 2006; Hess e Delle Monache, 1999; Jesus et al., 2009;). Entre os constituintes químicos descritos estão os triterpenóides, esteróides e polifenóis como flavonóides e derivados do ácido elágico (Carnevale Neto et al., 2011).

Dentre estas espécies, destaca-se a *Vochysia pyramidalis* Mart. popularmente conhecida por gomeira ou gomeira-de-macaco, por produzir goma consumida por macacos. É uma espécie arbórea, com grande potencial ornamental, possibilitando o seu uso em arborizações, principalmente de parques e jardins, por causa de seu porte e bela floração. Também, é utilizada na recuperação de áreas degradadas por ter rápido crescimento e por atrair a fauna local. Regionalmente, sua madeira é empregada para forros e mourões (Silva e Pereira, 2009). Quanto à natureza química dos constituintes celulares existem poucos estudos quantificando-os e/ou qualificando-os.

Sabe-se que a capacidade de muitas plantas sintetizar metabólitos secundários está associada com suas estruturas anatômicas e é por isso que o conhecimento prévio se torna importante, permitindo localizar suas estruturas secretoras definindo, em alguns casos, o momento que algumas glândulas estão em pleno funcionamento (Thadeo et al., 2009; Ming, 1994; Akaisue e Oliveira, 1987). Já os estudos histoquímicos permitem detectar a presença destes metabólitos que poderão ser quantificados, em função da intensidade observada (Santos et al., 2009).

Deste modo, a caracterização anatômica e histoquímica são passos importantes para identificação de espécies potencialmente interessantes, além de indicar os sítios de secreção e/ou acúmulo dos produtos biologicamente ativos (Thadeo et al., 2009).

Ainda sob esta perspectiva, verifica-se que a caracterização química de óleos essenciais obtidos de plantas contribuem para a descoberta de substâncias biologicamente ativas importantes para a indústria farmacêutica, alimentícia e de cosméticos (Silva-Santos et al., 2008).

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho realizar estudos anatômicos e histoquímicos de folhas, caules, e pétalas e caracterizar os compostos químicos presentes no óleo essencial extraído de folhas e flores de *Vochysia pyramidalis* Mart.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material Vegetal

A exsicata da espécie em estudo foi identificada por Gustavo Hiroaki Shimizu e depositada no herbário da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) com o número 159466.

O material vegetal de *V. pyramidalis* Mart. utilizado nos experimentos foi coletado no município de Rio Verde, Goiás, Brasil (17° 49' 464''S - 51° 02' 105'' W, altitude 733 metros) (Figura 1).

Foram feitas duas coletas: uma na estação da primavera e outra no outono, a primeira foi em outubro de 2011 coletaram caules, folhas e flores para os estudos anatômicos e histoquímicos e flores para a extração do óleo essencial. A segunda foi feita em março de 2012, em que coletaram folhas para a extração de óleo essencial. As coletas foram feitas as oito horas da manhã.

2.2. Ensaio (I): Estudos anatômicos

Para a análise anatômica coletaram folhas, caule e pétalas de *V. pyramidalis* que foram fixadas em FAA₇₀ por 24h (Johansen, 1940) e conservadas em álcool 70%. Foram obtidos cortes transversais com aproximadamente 10µm de espessura, utilizando micrótomo LPC (Marca: Robhe). Na análise estrutural os cortes foram submetidos à coloração com Azul de Toluidina segundo O'brien & Mccully (1981), foram

observadas as seguintes estruturas: nervura principal e mesofilo (folha), xilema (caule), parênquima e epiderme (pétalas). As observações foram feitas através do microscópio (Marca: LEICA DM500) acoplado a uma câmara fotográfica (Marca: LEICA ICC₅₀).

No estudo da superfície foliar, amostras de 0,25 mm² do terço médio das folhas foram submetidas à dissociação de epidermes com solução de Jeffrey (ácido nítrico 10% e ácido crômico 10%) (Johansen, 1940) coradas com fucsina 1% e montadas em bálsamo do Canadá para a observação do tipo de estômatos.

Para cada análise anatômica prepararam três lâminas contendo um corte de cada estrutura analisada.

2.3. Ensaio (II): Estudos histoquímicos

Os testes histoquímicos foram efetuados utilizando material fresco de caules, folhas e pétalas. Os cortes obtidos foram submetidos aos seguintes reagentes: Vanilina Clorídrica para taninos (Mace e Howell, 1974); Reagente de Wagner para alcalóides (Furr e Mahlberg, 1981); Floroglucina ácida para lignina (Johansen, 1940); Sudan IV para detecção de lipídios (Johansen, 1940); Dicromato de Potássio para compostos fenólicos (Gabe, 1968); Reagente de Nadi para avaliação de terpenos (óleos essenciais e ácidos resínicos) (David e Carde, 1964); Xilidine Ponceau (XP) para proteínas totais (O'brien e McCully, 1981); Reagente de Schiff (PAS) para carboidratos totais (Maia, 1979) e Hematoxilina para identificação de alumínio (Polle et al., 1978).

As fotomicrografias foram obtidas com microscópio (Marca: LEICA DM500) acoplado a uma câmara fotográfica (Marca: LEICA ICC₅₀).

2.4. Ensaio (III): Obtenção do óleo essencial

O óleo essencial foi obtido de três amostras: flores frescas, folhas frescas e secas. As folhas foram secas em estufa de circulação e renovação de ar (Marca: TE-394/2) a temperatura de 45°C até a massa constante. Utilizaram amostras de 200g de fitomassa em 2L de água destilada, que foram submetidas à técnica de hidrodestilação pelo método de Clevenger durante 2 horas. O hidrolato coletado foi extraído com diclorometano, na proporção de ¼ do volume total em três extrações por amostra. Como dessecante, foi adicionado sulfato de sódio anidro durante 30 minutos, sendo em seguida filtrado e levado a capela de exaustão para evaporação. Após evaporação do

solvente, o óleo essencial foi transferido para frasco de vidro âmbar e armazenado à temperatura de $4 \pm 3^\circ\text{C}$, até o momento das análises. O teor do óleo foi obtido pela relação entre a massa de óleo essencial extraído e a massa do material vegetal empregada na destilação.

2.4.1 Análise do óleo essencial

As análises químicas foram realizadas no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em aparelho de cromatografia gasosa acoplada a um espectrômetro de massas quadrupolar (CG-EM), (Marca: Shimadzu QP5050A Kyoto, Japão), nas seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida, modelo DB-5 (30 m de comprimento X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 μm de espessura do filme) (Shimadzu, Japão), com fluxo de $1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ de Hélio como gás de arraste; aquecimento com temperatura programada (60°C com um gradiente de $3^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ até 240°C e, em seguida, com um gradiente de $10^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ até 270°C , mantendo uma isoterma de 7 min, com um tempo total de corrida de 70 min). A energia de ionização do detector foi de 70 e V, sendo o volume de injeção da amostra de 1,0 mL diluídas em diclorometano (grau ultraséduo, Baker, EUA) e uma razão de injeção de 1:20. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 220 e 240°C , respectivamente. A análise foi conduzida no modo varredura, a uma velocidade de $2,0 \text{ varredura}\cdot\text{s}^{-1}$, com um intervalo de massas de 45-500 m/z .

3 RESULTADOS

3.1 Ensaio (I): Estudos anatômicos

As folhas são hipoestomáticas com estômatos do tipo paracítico (Figura 2A e 2B). A epiderme é simples em ambas as faces, sendo que, logo abaixo da única camada de células da face adaxial da epiderme, são observadas duas a três camadas de células da hipoderme (Figura 2C e 2D).

O parênquima está diferenciado em tecido fotossintetizante e de preenchimento. O clorênquima é do tipo dorsiventral sendo constituído de parênquima paliçádico e esponjoso. O parênquima paliçádico se encontra imediatamente abaixo da face adaxial da epiderme, com um a dois estratos celulares. Suas células são alongadas, iguais em

comprimento e se tornam menores à medida que se aproximam da nervura principal. As células do parênquima esponjoso quando em seções paradérmicas na superfície da folha, são arredondadas e se conectam as células do parênquima paliçádico, podendo, ter formato diferenciado das demais células esponjosas, bem como estar conectadas a várias células do paliçádico (Figura 2C e 2D).

A nervura da folha na superfície superior é levemente convexa. Possui feixe vascular do tipo colateral envolvido por bainha de fibras e várias camadas de parênquima de preenchimento. Ao centro da nervura principal observa-se um único ducto. Logo abaixo a epiderme, na face inferior, observa-se de duas a três camadas de células do colênquima (Figura 2C).

O caule tem xilema secundário com inúmeros vasos solitários e menor número de vasos múltiplos em disposição radial e com placas de perfuração simples. Delimitando os vasos ocorrem células do parênquima axial, raios e inúmeras fibras que são evidenciadas com o reagente Floroglucinol, nos testes histoquímicos (Figura 2E).

As pétalas de *V. pyramidalis* Mart. têm epiderme simples em ambas as faces e parênquima homogêneo com feixes vasculares do tipo colateral (Figura 2F e 2G).

3.2 Ensaio (II): Estudos histoquímicos

Para a identificação de taninos e alcalóides os testes histoquímicos realizados tiveram resultados negativos (Tabela 1).

O reagente Floroglucinol detectou a presença de lignina na parede celular dos elementos de vasos e fibras presentes na folha e caule (Figura 3A - E). O reativo de Sudan IV evidenciou substâncias lipofílicas, marcou além da cutícula de todos os órgãos estudados, inúmeras gotas de óleo no parênquima homogêneo das pétalas (Figura 3F - J).

No teste com Dicromato de potássio foi observado a ocorrência de outros compostos fenólicos distintos da lignina, em todos os órgãos nas regiões da epiderme, parênquima paliçádico e em algumas células (idioblastos) na nervura central da folha, parênquima de preenchimento do córtex e medula do caule, e parênquima das pétalas (Figura 4A - F). Os compostos fenólicos indicados não são taninos, visto que os testes com vanilina clorídrica foram negativos.

O reagente de Nadi revelou a presença de terpenos em células isoladas do parênquima de preenchimento (idioblastos) do caule e da folha com ampla distribuição no parênquima homogêneo das pétalas (Figura 4G - J).

A coloração com Xilidine Ponceau (XP) evidenciou a presença de proteínas totais na folha e no caule (Figura 5A e 6B), proteínas de reserva não foram identificadas.

Nas células do parênquima de preenchimento e nos ductos, que juntamente aos idioblastos constituem as únicas estruturas secretoras localizadas na planta, foram identificados a presença de carboidratos totais nas folhas e no caule (Figura 5C – E) através da coloração com reagente de Schiff (PAS).

A coloração com hematoxilina determinou a presença de alumínio na epiderme adaxial e abaxial da folha (Figura 5F).

3.3 Ensaio (III): Obtenção e análise do óleo essencial

Foi obtido um óleo ligeiramente amarelado de cheiro forte, com um teor de 0,002% para flores frescas, 0,0018% para folhas frescas e 0,002% para folhas secas. O teor médio do óleo foi de 0,0019% para *V. pyramidalis* Mart. Na prospecção química realizada por CG/EM foram identificados 26 compostos que correspondem a uma média de 83,96% da composição química do óleo essencial. Dentre estes, 13 são sesquiterpenos hidrocarbonados, seis sesquiterpenos oxigenados, quatro monoterpenos oxigenados, dois alcoóis e um hidrocarboneto de cadeia longa como mostrado na Tabela (2).

Foram quantificados (77,05%) dos compostos do óleo essencial para folha seca, (86,99%) para folha fresca e (87,85%) para flor fresca. Verificou-se a predominância dos derivados sesquiterpenos hidrocarbonado para folhas secas (20,40%), folhas frescas (8,14%) e flores frescas (11,16%). Os constituintes da fração oxigenada nas flores frescas foram próximos aos encontrados para as folhas frescas (10,54% -10,40%) respectivamente, valores maiores foram observados para as folhas secas (17,76%). Foram detectadas baixas concentrações de monoterpenos, folhas secas (6,18%) as folhas frescas tiveram (7,13%) e as flores frescas (6,60%), outros compostos (álcool e hidrocarbonetos) também foram identificados, para folha seca (32,71%), folha fresca (61,32%) e flor fresca (59,55%) (Tabela 2).

Observa-se na Tabela (2) que dezesseis compostos foram encontrados nas três amostras (Aromadendreno, Biciclogermacreno, δ -Cadineno, α -Copaeno, Ciclosativeno,

Óxido de cariofileno, Farnesol (cis, cis), Lanceol, (E)-Nerolidol, Geraniol, Óxido cis-limoneno, Linalool, α -Terpineol, Heptadecanol, Hexadecanol e Pentacosano). Partes dos compostos identificados nas amostras de folhas frescas diminuíram quando estas foram secas (Lanceol, Geraniol, Linalool, α -Terpineol, Hexadecanol e Pentacosano) e outros desapareceram (β -Bourboneno, Germacreno B, Germacreno D, Viridifloreno, Espatuleno, Viridiflorol). Por outro lado, (Aromadendreno, Bicliclogermacreno, δ -Cadineno, α -Copaeno, Ciclosativeno, Óxido de cariofileno, Farnesol, (E) Nerolidol, Óxido de cis-limoneno e Heptadecanol), aumentaram quando as folhas foram secas. Os compostos Alloaromadendreno e α -Bulneseno só foram identificados nas amostras de folhas secas. Já os compostos β -Bisaboleno e β -Selineno só foram identificados no óleo essencial proveniente de flores, sendo que o β -Bisaboleno possui propriedades anti-inflamatória e analgésica (Oliveira et al., 2006).

Os compostos prioritários encontrados nas flores e folhas frescas foram o hexadecanol (25,84% - 27,90%) e o pentacosano (25,90% - 27,89%), respectivamente. Para as folhas secas foram o pentacosano (19,34%) e o farnesol (9,91%) (Tabela 2).

4 DISCUSSÃO

4.1 Ensaio (I): Anatomia

O estudo anatômico realizado com *V. pyramidalis* possibilitou a identificação de várias características comuns em espécies da família Vochysiaceae. Relatos feito por Barbosa (1999) observou que os estômatos de *V. thyrsoides* Pohl, *V. sessilifolia* Warm., *V. rufa* Mart. e *V. magnifica* Warm. estão restritos à face abaxial da folha. Com relação à epiderme em *V. magnifica* e *V. tucanorum*. é simples em ambas as faces. Em *V. thyrsoides* sua epiderme adaxial é multisseriada. Com a *V. rufa* e *V. cinnamomea* ocorre uma exceção, a epiderme da face abaxial não é simples. Já a hipoderme distinta, só foi observada em *V. thyrsoides*. Quanto ao parênquima paliçádico, foi verificado em *V. thyrsoides* e *V. tucanorum*. Em *V. magnifica*, *V. rufa* Mart. e *V. thyrsoides* foi evidenciada a presença de apenas um ducto secretor e os idioblastos foram visualizados em *V. sessilifolia* Warm., *V. rufa* Mart. e *V. magnifica* Warm.

Segundo Paula et al. (2000) identificou em um corte transversal do xilema secundário de *V. pyramidalis*, a presença de vasos solitários, placas de perfuração simples, canal secretor no parênquima axial e fibras abundantes. Com a *V. tucanorum*

também foi observado às mesmas características citadas acima, diferindo na quantidade de fibras que foram poucas se comparadas com a *V. pyramidalis* Mart.

Características xeromórficas estão presentes em espécies da família Vochysiaceae e indicam adaptações anatômicas e fisiológicas que integradas resultam no sucesso adaptativo a ambientes áridos, sujeitos a alta intensidade luminosa e um solo pobre em nutrientes (Fahn e Cuther, 1992). A folha é órgão vegetativo que tem maior variação estrutural em resposta as alterações ambientais (Dickison, 2000). Estas características foram evidenciadas na lâmina foliar de *V. pyramidalis* como mesofilo dorsiventral, tecido vascular desenvolvido acompanhado por fibras, presença de hipoderme, e estômatos restritos à face abaxial da folha.

4.2 Ensaio (II): Histoquímica

Segundo Mayworm et al. (2011) as Vochysiaceae têm alto potencial oleaginoso. Através da histoquímica verificando a presença de óleo principalmente no parênquima homogêneo das pétalas de *V. pyramidalis* Mart.

Os estudos realizados neste trabalho revelaram que a presença de compostos fenólicos e terpenos estão relacionados à ocorrência ampla de idioblastos nas folhas, caule e pétalas. Os idioblastos podem conter substâncias mucilaginosas, óleos, cristais de diversos tipos dentre outros, diferindo, sobretudo quanto aos compostos químicos que armazenam nas demais células parenquimáticas (Apezzato-da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2006). De acordo com Castro et al. (2004) os compostos fenólicos estão relacionados com propriedades antiulcerogênicas e também com ações cicatrizante e antisséptica.

Com relação aos terpenos, o trabalho realizado com *V. divergens* Pohl por Bortalanza et al. (2002) identificou o ácido tormêntico que é um triterpeno pentacíclico eficiente contra neuropatia e dor persistente em razão do processo inflamatório. A presença dessa classe de compostos secundários pode ser uma característica comum ao gênero.

No teste realizado para a detecção de alumínio dados semelhantes foram obtidos por Andrade et al. (2011) em que as paredes da cutícula e células da epiderme adaxial e abaxial de *V. pyramidalis* foram coradas fortemente com hematoxilina. A localização de Al nos tecidos foi representada por uma coloração púrpura que é típica de Al com hematoxilina nas espécies de Vochysiaceae (*Qualea grandiflora*, *Callisthene principais*,

e *V. pyramidalis*). A literatura descreve que *V. pyramidalis* é uma espécie acumuladora de alumínio (Silva e Pereira, 2009).

Segundo Haridasan (1982) muitos arbustos e árvores nativas do Cerrado acumulam o Al em suas folhas. Este é um elemento tóxico para inúmeras plantas, porém muitas espécies, em especial as nativas do Cerrado, desenvolveram diferentes mecanismos de desintoxicação. A presença desse elemento das paredes celulares de *V. pyramidalis* pode ser explicada, visto que o Al desloca os íons Ca^{+2} da parede celular, uma vez que se ligam mais às pectinas da parede que o Ca^{+2} (Kinraide, 1998).

4.3 Ensaio (III): Obtenção e análise do óleo essencial

De acordo com Silva-Santos et al. (2008) os compostos terpênicos podem possuir várias atividades de interesse, sendo que as mais importantes estão nas áreas dermatológica, antibiótica, analgésica, anti-inflamatória, neurológica, gastrointestinal, doenças do coração e anticancerígenas.

A presença de terpenos nas folhas, caule e pétalas de *V. pyramidalis* foi evidenciada pelos testes histoquímicos e caracterizada por CG/EM que os classificou no óleo essencial, como sendo composto principalmente de misturas de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis.

De acordo com os resultados encontrados, os compostos químicos das amostras foram distintos quanto a sua presença ou ausência como também no percentual relativo dos mesmos. As maiores alterações ocorridas foram na quantidade presente na amostra seca quando em comparação ao produto fresco. Este fato pode ser explicado pela presença de produtos voláteis a temperatura ou à degradação enzimática.

Conforme Park et al. (2001) a secagem de plantas visa minimizar a perda de princípios ativos e proteger contra a degradação enzimática e oxidativa permitindo a conservação das plantas por um período maior para sua posterior utilização. Além disso, a secagem pode afetar o rendimento e a composição química das espécies, por possuírem substâncias muito voláteis. Os resultados encontrados neste trabalho evidenciaram que as folhas secas tiveram uma maior porcentagem de compostos sesquiterpenos que pode ser decorrente da secagem que favoreceu sua extração. Por outro lado, é provável que a secagem promoveu a evaporação dos alcoóis que foram encontrados em porcentagens maiores nas amostras frescas.

No entanto, alguns compostos estão presentes em maior quantidade nas amostras frescas inclusive os compostos prioritários com exceção ao farnesol.

O farnesol é um composto químico que merece destaque visto que é muito utilizado pela indústria cosmética como agente bacteriostático em sabonetes, desodorantes e produtos para o tratamento da pele, é um adjuvante promissor frente às infecções dérmicas por *Staphylococcus aureus* que foram tratadas com beta lactâmicos. Sua ação se baseia no poder bacteriostático frente ao *S. aureus* (Akiyama et al., 2002) e *Candida albicans* (Sato et al., 2004).

A espécie estudada tem compostos secundários comuns á família. Contudo, cabe ressaltar a necessidade de novas pesquisas que revelem quais fatores influenciam na constituição química do óleo essencial e no percentual dos mesmos como também, avaliar o potencial de seus constituintes químicos por meio de investigações fitoquímicas e farmacológicas, para que *V. pyramidalis* possa ser utilizada como planta medicinal ou tenha utilidade nas indústrias de cosméticos e alimentos.

5 CONCLUSÕES

Várias características xeromórficas foram evidenciadas na lamina foliar de *V. pyramidalis* Mart.

As análises anatômicas sugerem que os ductos e os idioblastos foram as únicas estruturas secretoras localizadas na planta.

Os testes histoquímicos indicaram a presença de duas classes de metabólitos secundários, os compostos fenólicos e os terpenos. A presença destes compostos está relacionada à ocorrência ampla de idioblastos nas folhas, caules e pétalas.

Pela CG/EM foi possível identificar 26 compostos que correspondem em média de 83,96% da composição química do óleo essencial cujos compostos prioritários foram o hexadecanol, o pentacosano e o farnesol.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde, a Gustavo Hiroaki Shimizue, pela classificação da espécie em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKASUE, G. OLIVEIRA, F., 1987. *Farmacobotânica*. São Paulo: Pharmakon, vol. I, 263p.

AKIYAMA, H., OONO, T., HUH, W.K., YAMASAKI O., OGAWA S., KATSUYAMA M., ICHIKAWA H., IWATSUKI K., 2002. Actions of farnesol and xylitol against *Staphylococcus aureus*. *Chemotherapy*, vol.48, no.3, p.122-128.

ANDRADE, L. R. M., BARROS, L. M. G., ECHEVARRIA, G. F., AMARAL, L. V., COTTA, M. G., ROSSATTO, D. R., HARIDASAN, M., FRANCO, A. C., 2011. Al-hyperaccumulator Vochysiaceae from the Brazilian Cerrado store aluminum in their chloroplasts without apparent damage. *Environmental and Experimental Botany*, no.70, p. 37– 42.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B., CARMELLO-GUERREIRO, S. M., 2006. *Anatomia Vegetal*. 2ªed. Viçosa: UFV, 438p.

BARBOSA, A. R., 1999. As espécies do gênero *Vochysia* Aubl. (Vochysiaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo. Campinas: Universidade Estadual de campinas. 196p. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal.

BORTALANZA, L. B., FERREIRA, J., HESS, S. C., 2002. Anti-allodynic action of the tormentic acid, a triterpene isolated from plant, against neuropathic and inflammatory persistent pain in mice. *European Journal Pharmacology*, vol. 453, p.203-208.

CARNEVALE NETO, F. C., PILON, A. C., SILVA, D. H. S., BOLZANI, V. S., GAMBOA, I. C., 2011. Vochysiaceae: secondary metabolites, ethnopharmacology and pharmacological potential. *Phytochemistry Reviews*, vol.10, no. 3, p. 413-429.

CASTRO, H. G., FERREIRA, F. A., SILVA, D. J. H. and MOSQUIM, P. R., 2004. *Contribuição ao estudo das plantas medicinais – Metabólitos secundários*, 2ª ed. Viçosa.

DAVID, R. and CARDE, J. P., 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidiques et terpéniques des pseudophylles du Pin maritime au moyen du réactif nadi. *C R Acad Sc Paris*, vol. 258, p. 1338-1340.

DICKISON, W. C., 2000. *Integrative plant anatomy*. San Diego: Harcourt/Academic Press, 533p.

FAHN, A. and CUTHER, D., 1992. *Xerophytes*. Gebruder Borntraeger, Berlin.

FURR, M., MAHLBERG, P. G., 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Natural Products*, vol. 44, p. 153-159.

GABE, M., 1968. *Techniques histologiques*. Paris: Masson e Cie, 1113p.

GOMES, R. C., BONARUM, F., DARIN, D. D., SEITO, L. N., DI STASI, L. C., DOKKEDAL, A. L., VILEGAS, W., BRITO, ARMS. And HIRUMA- LIMA, C. A., 2009. Antioxidante action of methanolic extract and buthanolic fraction of *Vochysia tucanorum* Mart. In the gastro protection. *Journal of Ethnopharmacolog*, vol, 121, p. 466-471.

GUARIN NETO, G. O., 2006. Saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. *Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*, vol. 17, p. 71-79.

GUENTHER, E., 1972. The production of essential oils: methods of distillation, enflourage, maceration, and extraction with volatile solvents. In: GUENTHER, E. (ed.). *The essential oils. History-origin in plants. production analysis*, vol. 1, p. 85-188. Krieger Publ. Co., Malabar, FL.

GUSMÃO, E., VIEIRA, F. A., FONSECA JUNIOR E. M., 2006. Biometria de frutos e endocarpos de Murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). *Cerne*, Lavras, vol.12, no.1, p.84-91.

HARIDASAN, M., 1982. Aluminum accumulation by some Cerrado native species in central Brazil. *Plant and Soil*, vol. 65, p. 265-273.

HESS, S. C. and DELLE MONACHE, F., 1999. Divergioic acid, a triterpene from a *Vochysia divergens*. *Journal Brazilian Chemical Society*, vol.10, no. 2, p. 104-106.

JESUS, N. Z. T., LIMA, J. C. S., SILVA, R. M., ESPINOSA, M. M., MARTINS, D. T. O., 2009. Levantamento etnobotânico de plantas popularmente utilizadas como antiúlceras e antiinflamatórias pela comunidade de Pirizal, Nossa Senhora do Livramento - MT, Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol.19, no.1, p.130-139.

JOHANSEN, D. A., 1940. *Plant microtechnique*. New York: McGraw Hill Book Company.

KINRAIDE, T. B., 1998. Three mechanisms for the calcium alleviation of mineral toxicities. *Plant Physiol*, vol. 118, p. 513-520.

MACE, M. E., HOWELL, C. R., 1974. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in root s of cottons e edlings. *Phytopathology*, vol. 64, p. 1297-1302.

MAIA, V., 1979. *Técnica histológica*. Atheneu: São Paulo, 298p.

MAYWORM, M. A. S., BUCKERIDGE, M. S., MARQUEZ, U. M. L., SALATINO, A., 2011. Nutritional reserves of Vochysiaceae seeds: chemical diversity and potential economic uses. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, vol.83, no. 2, p. 523-531.

MING, L. C., 1994. Estudo e pesquisa de plantas medicinais na Agronomia. *Horticultura Brasileira*, Botucatu, vol.12, p. 9-3.

- O'BRIEN, T. P., McCULLY, M. E., 1981. *The study of plant structure: principles and selected methods*. Melbourne: Termarcarphi Pty, 316p.
- OLIVEIRA, E. C. P., LAMEIRA, O. A., ZOGHBI, M. G. B., 2006. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais.*, Botucatu, vol.8, n.3, p.14-23.
- PARK, K. J., YADO, M. K. M., BROD, F. P. R., 2001. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol.21, no. 3, p. 288-292.
- PAULA, J. E., SILVA JÚNIOR, F. G., SILVA, A. P. P., 2000. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro - oeste brasileiro. *Scientia Forestalis*. no. 58, p.73-89.
- PIAZZA, G. J. and FOGLIA, T. A., 2001. Repeseed oil for óleo chemical usage. *Eur. V. Lipid. Science and Technology*, vol.103, p. 450 - 454.
- POLLE, E., KONZAC, C. F. and KITTRICK, J. A., 1978. Visual detection of aluminium tolerance levels in wheat by hematoxylin staining of seedling roots. *Crop Science*, vol. 18, p. 823- 827.
- RODRIGUES, V. E. G. and CARVALHO, D. A., 2001. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio Cerrado na região do Alto Rio Grande-Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, vol. 25, n.1, p.102-123.
- SANTOS, M. C. A., FREITAS, S. P., AROUCHA, E. M. M., SANTOS, A. L. A., 2009. Anatomia e histoquímica de folhas e raízes de vinca [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don]. *Revista de Biologia e Ciências da terra*. vol.9, p. 24-30.
- SATO, T., WATANABE, T., MIKAMI, T., MATSUMOTO, T., 2004. Farnesol, a morphogenetic autoregulatory substance in the dimorphic fungus *Candida albicans*, inhibits hyphae growth through suppression of a mitogen-activated protein kinase cascade. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, no. 27, p.751-752.
- SILVA JUNIOR, M. C. S., PEREIRA, B. A. S., 2009. + 100 Árvores do Cerrado *Matas de Galeria*. Brasília: Rede de sementes do Cerrado, 288p.
- SILVA-SANTOS, A. ANTUNES, M. A. S., BIZZO, H. R., d'AVILA, L. A., SOUZA-SANTOS, L. C., SOUZA, R. C., 2008. Analysis of uses of essential oils and terpenics/terpenoids compounds by pharmaceutical industry through USPTO granted patents. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, vol.10, no. 1, p. 8-15.
- SOUZA, C. D. and FELFILI, V. M., 2006. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 20, no.1, p. 135-142.
- THADEO, M., MEIRA, R. M. S. A., AZEVEDO, A. A; ARAÚJO, J. M., 2009. Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras da folha de *Casearia decandra* Jacq. (Salicaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, vol.32, p.329-338.



Figura 1. Árvore de *Vochysia pyramidalis* Mart. em área de ocorrência natural, no Cerrado do município de Rio Verde - Goiás (A), caule cinza, áspero (B), inflorescência amarela (C). Fotos: Gessiane Silva Cabral Guimarães, 2011.

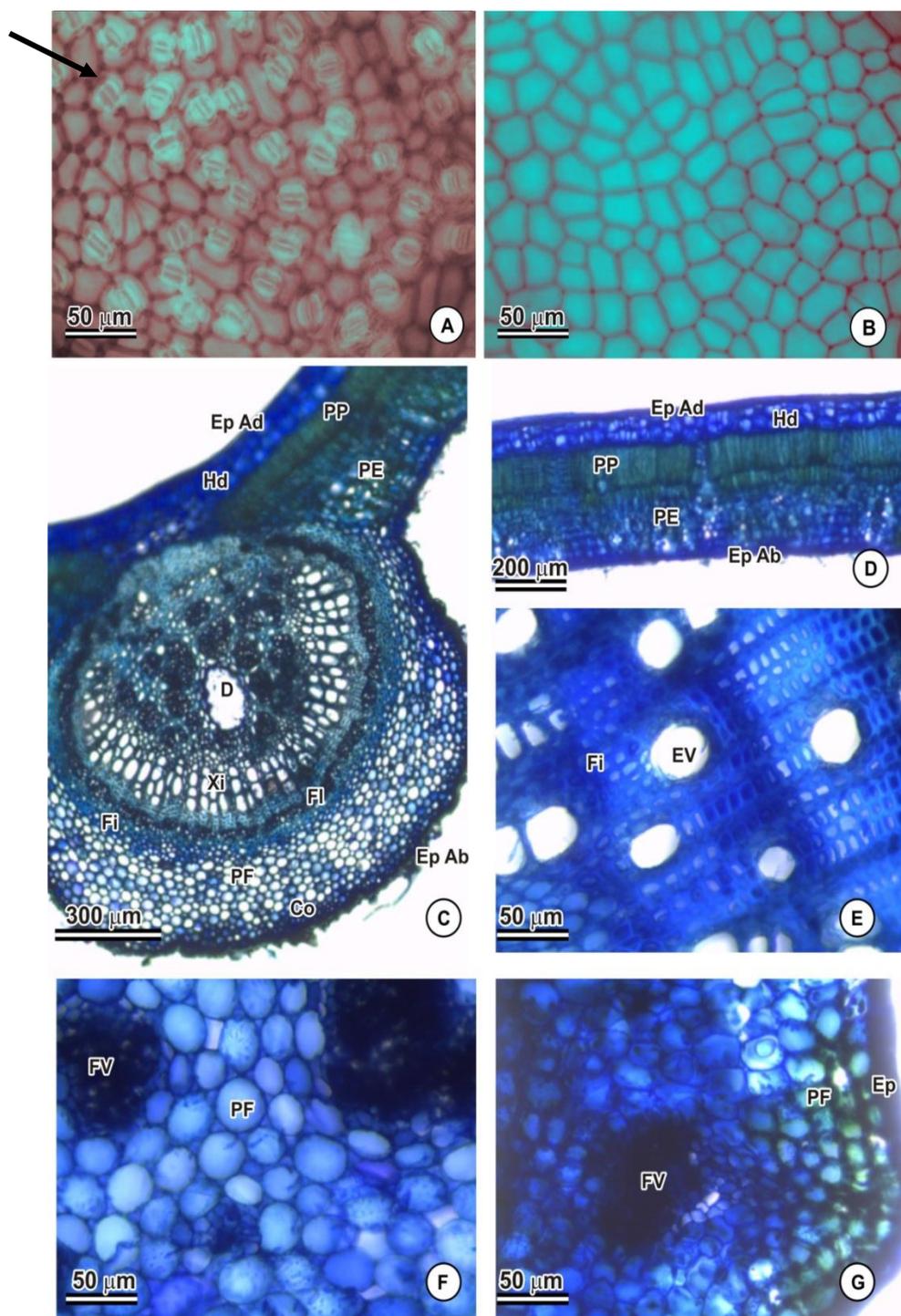


Figura 2. Dissociação da epiderme de *V. pyramidalis* Mart. A - Face abaxial, evidenciando os estômatos (seta) e B - Face adaxial sem a presença de estômatos. Cortes transversais, coloração com Azul de Toluidina, C - Nervura principal (folha); D - Mesofilo (folha); E - Xilema (caule); F - Parênquima (pétala); G - epiderme e córtex (pétala); Ep Ad - epiderme adaxial; Ep Ab epiderme abaxial; PP - parênquima paliádico; PE - parênquima esponjoso; Hd - hipoderme; FI - floema; D - ducto; Xi - xilema; PF - parênquima fundamental; Fi - fibras; Co - colênquima; - EV - elementos de vasos; Ep - epiderme; FV - feixe vascular.

Tabela 1 - Histoquímica das folhas, caules e pétalas de *Vochysia pyramidalis* Mart. para a detecção das principais classes de metabólitos. Rio Verde – GO, 2012.

Testes realizados	Coloração	Identificado	Parte da Planta Utilizada		
			Folha	Caule	Pétalas
Vanilina Clorídrica	Vermelho	Tanino	-	-	-
Wagner	Vermelho	Alcalóide	-	-	-
Floroglucinol	Avermelhado	Lignina	+	+	-
Sudan IV	Alaranjado/avermelhado	Lipídeos	+	+	+
Dicromato de Potássio	Castanho	Compostos fenólicos	+	+	+
Nadi	Azul	Terpenos	+	+	+
Xilidine Ponceau	Vermelho	Proteína total	+	+	NR
Reagente de Schiff	Púrpura magenta	Carboidrato total	+	+	NR
Hematoxilina	Azul turquesa a violeta	Alumínio	+	-	NR

Abreviaturas: + (reação positiva); - (reação negativa); NR (não realizado).

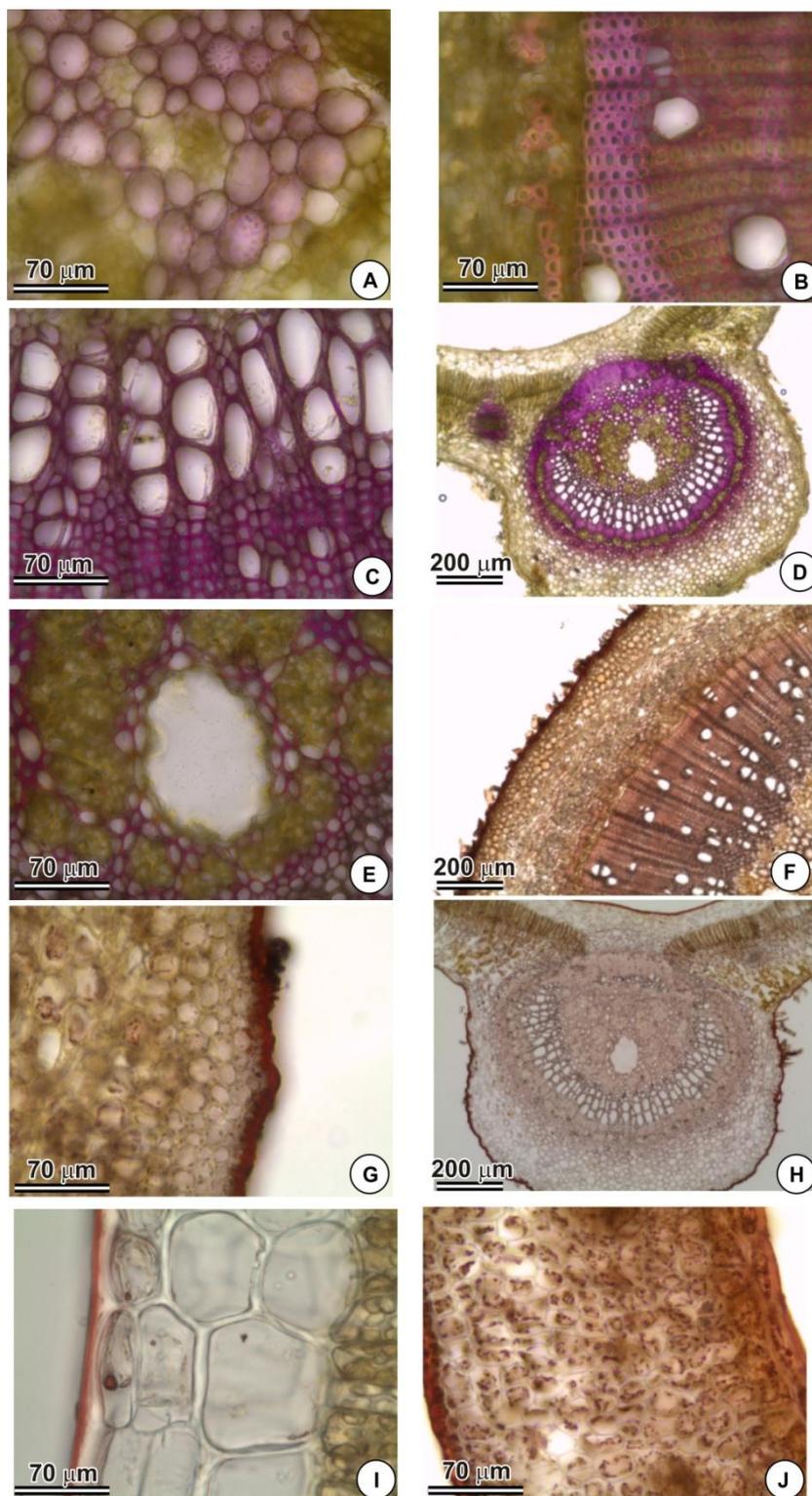


Figura 3. Testes histoquímicos, coloração com Floroglucina ácida. A, B e C - caule; D e E - folha. A presença de lignina nos tecidos é indicada pela cor vermelha. Coloração com Sudan IV. F e G - caule; H e I - folha; J - pétala. Os compostos lipídicos são evidenciados pela cor alaranjado intenso a vermelho.

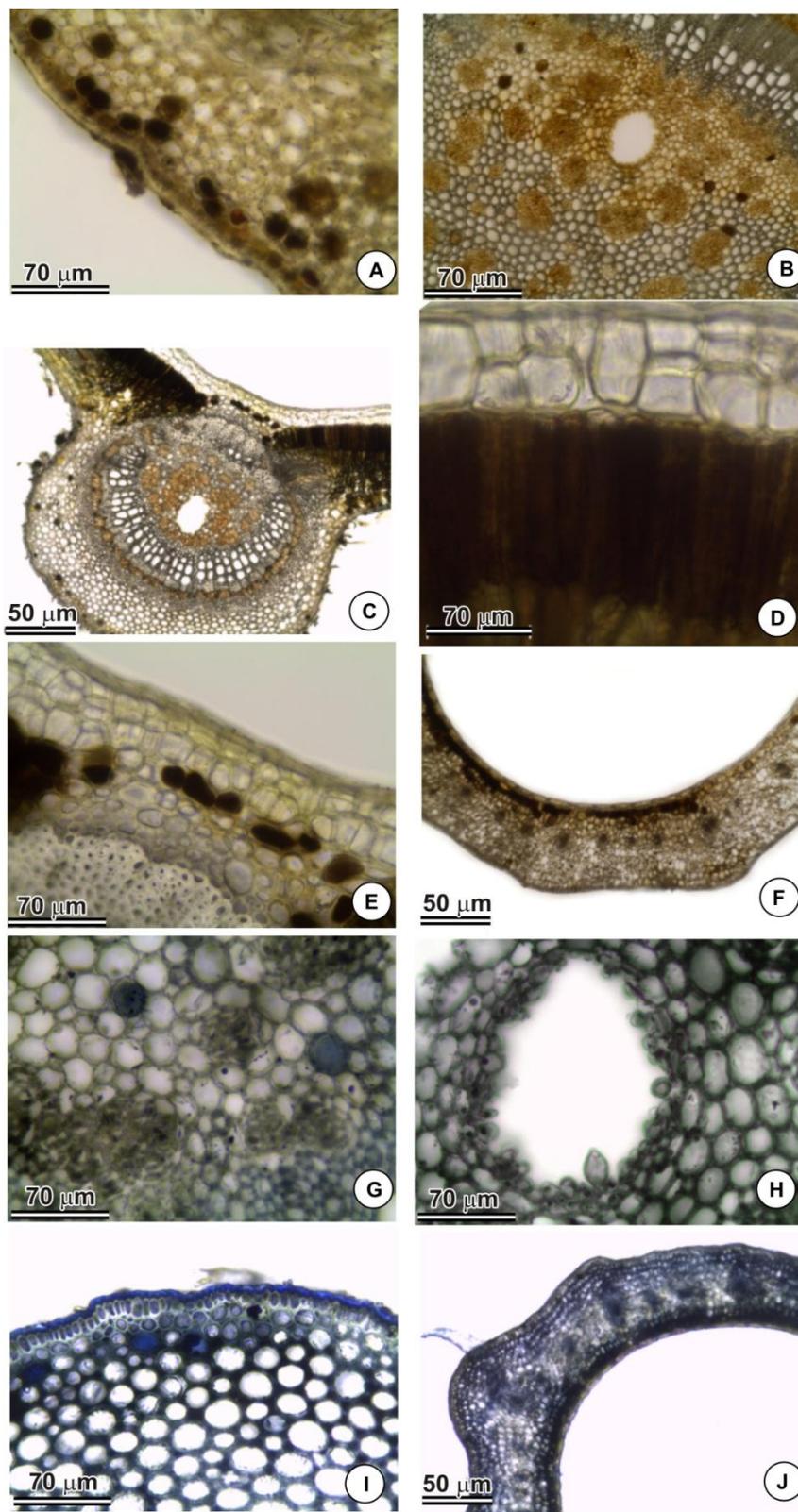


Figura 4. Testes histoquímicos, coloração com Dicromato de Potássio A e B - caule; C, D e E - folha; F - pétala. A presença de compostos fenólicos é indicada pela cor castanha. Coloração com Nadi. G e H - caule; I - folha; J - pétala. A presença de terpenos é evidenciada pela cor azul.

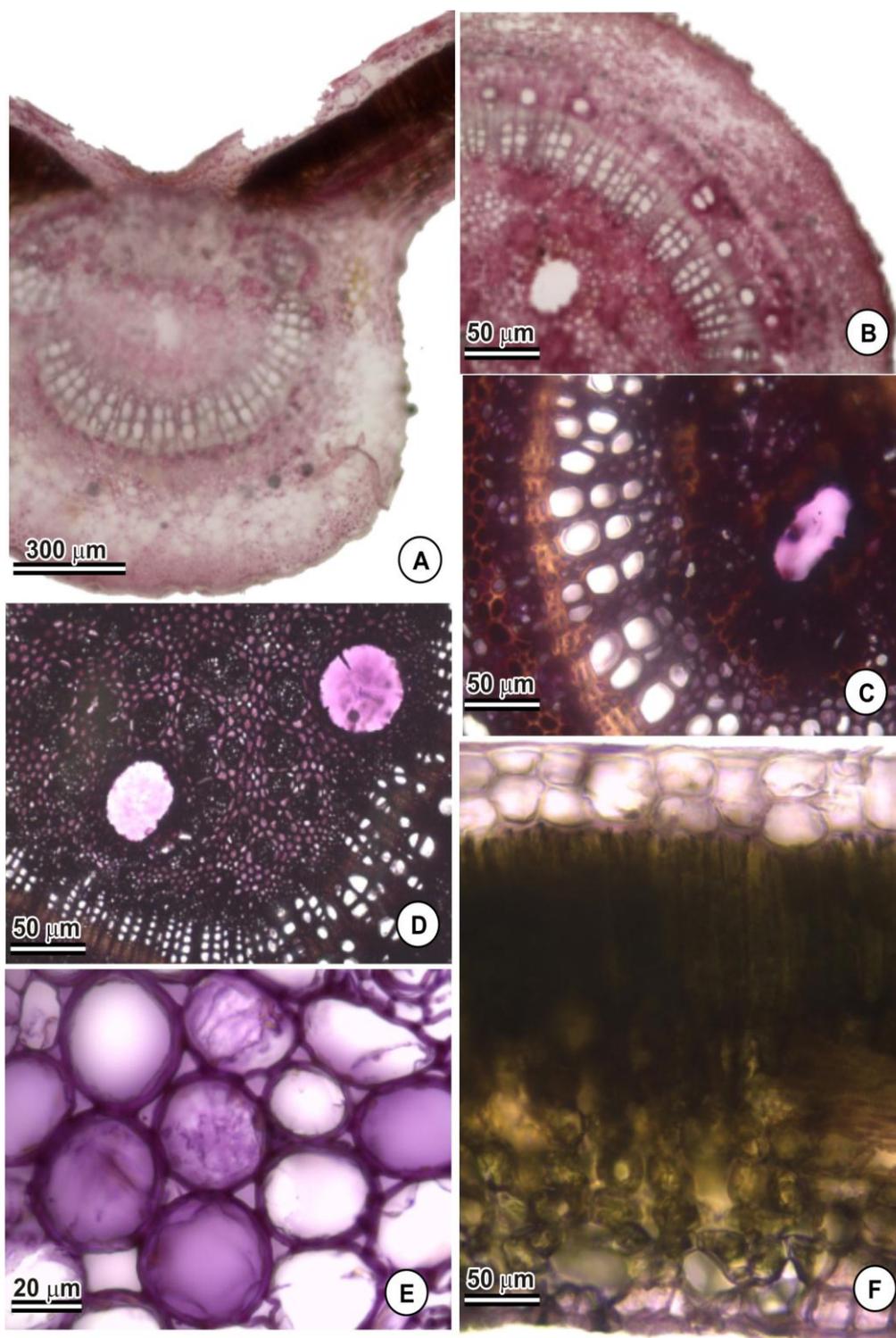


Figura 5. Testes histoquímicos, coloração com Xilidine Ponceau (XP). A - folha; B – caule. A presença de proteínas totais é indicada pela cor vermelha. Coloração com reagente de Schiff (PAS). C - folha; D e E - caule. Os carboidratos totais são evidenciados pela cor púrpura magenta. Coloração com Hematoxilina. F - folha. A presença de alumínio é indicada pela cor azul turquesa a violeta.

Tabela 2. Percentual dos compostos identificados no óleo essencial de *V. pyramidalis* Mart. obtidos de diferentes amostras. Rio Verde - GO, 2012.

	COMPOSTOS	Classificação	PM	Folha seca (%)	Folha fresca (%)	Flor fresca (%)	IKc
1	Alloaromadendreno	SH	204	0,18	0,00	0,00	1439
2	Aromadendreno	SH	204	1,94	0,87	0,54	1458
3	Biciclogermacreno	SH	204	2,56	1,59	1,71	1500
4	β -Bisaboleno	SH	204	0,00	0,00	3,56	1505
5	β -Bourboneno	SH	204	0,00	1,94	2,35	1387
6	α -Bulneseno	SH	204	5,89	0,00	0,00	1509
7	δ -Cadineno	SH	204	0,86	0,10	0,15	1522
8	α -Copaeno	SH	204	4,99	1,00	2,02	1368
9	Ciclosativeno	SH	204	3,98	0,59	0,37	1368
10	Germacreno B	SH	204	0,00	0,80	0,03	1559
11	Germacreno D	SH	204	0,00	0,79	0,23	1483
12	β -Selineno	SH	204	0,00	0,00	0,11	1485
13	Viridifloreno	SH	204	0,00	0,46	0,09	1494
	Total	-	-	20,40	8,14	11,16	-
14	Óxido de cariofileno	SO	220	1,95	0,17	0,90	1582
15	Farnesol (cis, cis)	SO	222	9,91	4,60	3,26	1715
16	Lanceol	SO	220	0,30	0,57	0,12	1759
17	(E)-Nerolidol	SO	222	5,60	1,89	1,73	1561
18	Espatulanol	SO	220	0,00	2,69	3,74	1575
19	Viridiflorol	SO	222	0,00	0,48	0,79	1589
	Total	-	-	17,76	10,40	10,54	-
20	Geraniol	MO	154	1,03	1,98	2,09	1249
21	Óxido cis-limoneno	MO	136	1,00	0,30	0,04	1137
22	Linalool	MO	154	2,48	2,98	2,05	1097
23	α -Terpineol	MO	154	1,67	1,87	2,42	1187
	Total	-	-	6,18	7,13	6,60	-
24	Heptadecanol	AL	256	5,98	5,53	7,81	1698
25	Hexadecanol	AL	298	7,39	27,90	25,84	1869
26	Pentacosano	HID	352	19,34	27,89	25,90	2489
	Total	-	-	32,71	61,32	59,55	-
	Total identificado	-	-	77,05	86,99	87,85	-

Sesquiterpeno Hidrocarbonado (SH); Sesquiterpeno Oxigenado (SO); Monoterpeno Oxigenado (MO); Alcool (AL);

Hidrocarboneto (HID); PM – Peso Molecular; IKc – Índice Kovat obtido para os compostos.

