

LUANA DE JESUS PEREIRA

**Caracterização anatômica e fitoquímica da casca de
Ficus adhatodifolia Schott ex Spreng (Moraceae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de Magister Scientiae

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P434c
2014
Pereira, Luana de Jesus, 1985-
Caracterização anatômica e fitoquímica da casca de
Ficus adhatodifologia Schottex (Moraceae) / Luana de Jesus
Pereira. - Viçosa, MG, 2014.
viii, 42f. : il. ; 29 cm.

Orientador : Marília Contin Ventrella.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Plantas medicinais. 2. *Ficus adhatodifologia*.
3. Látex. 4. Casca. 5. Tratamento alternativo.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Biologia Vegetal. Programa de Pós-graduação em Botânica.
II. Título.

CDD 22. ed. 581.634

LUANA DE JESUS PEREIRA

**Caracterização anatômica e fitoquímica da casca de
Ficus adhatodifolia Schott ex Spreng (Moraceae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de Magister Scientiae

Prof. Victor Peçanha de Miranda
Coelho

Prof. Edgard Augusto de Toledo
Picoli

Prof^a. Marília Contin Ventrella
Orientadora

Aprendi que sou mais forte do que imaginava, e que posso ir mais longe depois de pensar que não podia mais. Que a vida tem valor, e eu tenho valor diante do que é mais importante Deus.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me sustentado, me dado coragem e sabedoria todos os dias durante a realização deste sonho. “O Senhor é meu pastor e nada me faltará”

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Vegetal, por me proporcionarem condições para realização do meu Mestrado em Botânica.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Botânica por terem contribuído com a minha formação acadêmica.

A CAPES pela concessão da bolsa.

A minha orientadora Prof^a Marília Contin Ventrella pelos ensinamentos compartilhados, carinho e atenção durante a realização desse trabalho.

Ao Prof. João Paulo Viana Leite pela coorientação e ensinamentos durante a realização deste trabalho.

A minha família por todo apoio dado durante essa etapa da minha vida. A minha mãe Ana de Jesus Pereira por todo amor, carinho, paciência e conselhos dados para o meu crescimento enquanto pessoa. A meu pai Raul Nunes Pereira por todo amor, carinho e incentivos durante os momentos de dificuldades. A minha irmã Dayana de Jesus Pereira pelo amor e ensinamentos de como não desistir e lutar para alcançar os meus sonhos.

A Maria Olívia Mercadante Simões pelos grandes ensinamentos profissionais e pessoais, por ter contribuído para o meu crescimento enquanto pessoa e pesquisadora.

A Sofia Tolentino Lobo pela oportunidade de trabalho e pela confiança aos cuidados com o seu filho. Agradeço a Silvano Tolentino Lobo (Silvaninho) que me ensinou com o seu carinho de criança a enxergar o mundo de maneira mais doce e feliz.

A Telma Rodrigues dos Santos (Tete) pela amizade verdadeira, pelo apoio, pelos conselhos saudáveis, por ter escutado tantas vezes meus choros durante a minha graduação e todas às vezes me dando força, incentivo, apoio e carinho de irmã.

A todos os meus amigos de Montes Claros pelo carinho e por entenderem minha ausência.

A minha grande amiga Rosana Soares de Alencar (Rosinha) pelas orações, incentivo e por sempre me lembrar de que Deus sempre esteve ao meu lado me sustentando.

A minha amiga Jessica (Jel) pelo apoio, carinho, cuidado e pela força que sempre me deu nos momentos difíceis.

As minhas grandes amigas “quarteto fantástico” que sempre foram exemplo para mim de luta, superação e persistência. À Lays (Lah) que com toda a sua sabedoria sempre esteve disposta a me passar suas experiências profissionais e pessoais com carinho, paciência e humildade. À Itainá (Tinene) com o seu jeito doce sempre me escutou nos momentos difíceis me apoiando e dando coragem para seguir. À Patrícia (Patynety) por sempre me acompanhar nos momentos mais divertidos em Viçosa e me apoiar nos momentos difíceis. À Priscila (Pri) pela amizade, apoio e pelo exemplo de persistência em busca dos sonhos.

A Lays (Lah) pela AMIZADE, pelo APOIO incondicional, pelo CARINHO e CUIDADO. Mesmo quando eu não acreditava você me fez acreditar, não tenho palavras o suficiente para te agradecer por ter caminhado comigo até o final desse sonho.

A meu grande amigo irmão Perácio Rafael (Mocares) pela amizade, carinho, incentivos e momentos felizes vividos juntos.

As meninas da minha república que são mais que colegas de casa, são grandes amigas. A Amanda (Mandioquinha) que chegou junto comigo e me apoiou na busca desse sonho, pelo seu amor de irmã por mim, atenção, cuidados e paciência para me ouvir em momentos difíceis. A Valéria (Val) pela amizade, por sempre se mostrar disposta a me ajudar em muitas situações da minha vida e pelos ensinamentos que sempre contribuíram para o meu crescimento. A Martielly (Martyzinha) pela amizade, carinho e incentivos profissionais e pessoais e por ter me dado força e apoio durante as horas mais difíceis na execução deste trabalho com a sua grande ajuda consegui chegar ao final desta batalha.

Ao grande presente de Deus que ganhei em Viçosa, a amizade de Caroline (Carolita) minha irmã gêmea de coração, pela amizade verdadeira, companheirismo, momentos felizes vividos juntos e pelos ensinamentos pessoais e profissionais.

A minha amiga Maria Yumbla (Marieta) pela amizade, carinho e pelos momentos alegres que passamos juntas.

A todos os meus amigos de Viçosa que sempre alegraram e tornaram meus dias mais leves e agradáveis. A Victor (Vitão) pelo acolhimento, apoio, amizade e ensinamentos. A Pedro Paulo (Pedroca) pelos momentos descontraídos no laboratório, apoio e pela paciência ao me passar seus conhecimentos. Andrea (Branca de Neve) pelo carinho. A Aurora (Aurorita) e Patrícia (Paty) pelo carinho e atenção e por me acompanharem no meu café das tardes antes de ir embora. A Marinalva pelo exemplo de humildade e dedicação. A Sarah Diniz (Saroná) pelas divertidas tardes cortando no

micrótomo automático. A Larisse (Leuris) pelos momentos de alegria vividos juntas. A Daniela (Dany) pelas boas risadas no laboratório. Ao trio da alegria Ivanilson (Chicó), Álvaro (Alvarito) e Daniel (Denis o pimentinha) que me proporcionaram vários momentos de alegria. As meninas Talita (Talitinha), Nayara (Na), Samara (Samarita) e ao Guilherme Andrade (Gui) pelo carinho, amizade e pelos momentos de descontração no laboratório. A Tamiris Elerati (Tamiroasca), Cristiane Nolasco (Cris), Camila Lopes, Aline Costa (Alinoca) e Larissa Moraes pelos momentos divertidos que passamos juntas.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO I. Caracterização anatômica do desenvolvimento de cascas e laticíferos de <i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng (Moraceae)	6
Resumo	6
Introdução	7
Material e métodos	10
Resultados	11
Discussão	19
Conclusões	21
Referências bibliográficas	22
CAPÍTULO II. Prospecção fitoquímica e análise histoquímica da casca e do látex de <i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng (Moraceae)	24
Resumo	24
Introdução	25
Material e métodos	27
Resultados	30
Discussão	34
Conclusões	37
Referências bibliográficas	38
CONCLUSÕES GERAIS	42

RESUMO

PEREIRA, Luana de Jesus, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2014. **Caracterização anatômica e fitoquímica da casca de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (Moraceae)**. Orientadora: Marília Contin Ventrella. Coorientador: João Paulo Viana Leite.

Ficus adhatodifolia é conhecida popularmente como figueira-vermífuga, devido à propriedade farmacológica do látex retirado da casca. Apesar do látex ser utilizado na medicina popular no tratamento de verminoses, pouco se sabe sobre a sua constituição química. Dada a importância medicinal da espécie, o objetivo do trabalho foi contribuir com informações anatômicas, histoquímicas e fitoquímicas das cascas e do látex de *F. adhatodifolia* a fim de se conhecer o sítio de acúmulo dos compostos de interesse farmacológico, bem como a composição química da casca e do látex. Para análise estrutural, as amostras das cascas do caule e da raiz foram processadas de acordo com técnicas usuais em microscopia de luz. Para análise histoquímica, amostras frescas da casca do caule foram seccionadas e submetidas a diversos reagentes. Para a prospecção fitoquímica, os extratos etanólicos da casca do caule e do látex foram submetidos ao estudo por cromatografia de camada delgada (CCD). A presença de laticíferos do tipo não-articulado ramificado, monocristais, fibras gelatinosas e braquiesclereídes encontrados nas cascas são caracteres anatômicos importantes na identificação de *F. adhatodifolia*. Através da análise histoquímica e fitoquímica foi possível verificar a semelhança na composição química entre o látex e a casca, dessa forma pode-se inferir que a casca possui potencial farmacológico.

ABSTRACT

PEREIRA, Luana de Jesus, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2014. **Characterization anatomical and phytochemical the bark the *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (Moraceae).** Adviser: Marília Contin Ventrella. Co-adviser: João Paulo Viana Leite.

Ficus. adhatodifolia is commonly known as figueira-vermífuga due the pharmacological properties of the bark latex. Despite the use of the latex in popular medicine to treat parasite infections, few are known about its chemical constitution. Because of the importance of the specie, the aim of this work was to contribute with information over the anatomy, histochemical and phytochemical of the bark and the latex of *F. adhatodifolia*, in order to know the site of accumulation of the pharmacological compounds, as well as the chemical composition of the bark and the latex. Structural analysis of the stem bark were processed according to the usual plant microtechnique methods. Histochemical analysis was performed in fresh samples of stem bark submitted to different reagents. Thin layer chromatography (TLC) technique was applied for the phytochemical analysis of the ethanolic extracts of the stem bark and the latex. The presence of laticifers, monocrystals, gelatinous fiber and brachysclereids in the bark are important anatomical features for the identification of *F. adhatodifolia*. By the histochemical and phytochemical analysis it was possible to verify similarity in the chemical composition between the latex and the bark. Thus, it becomes possible to infer that the bark has pharmacological potential.

INTRODUÇÃO GERAL

Plantas medicinais

As plantas medicinais são conhecidas por povos indígenas e comunidades tradicionais a milhares de anos e são utilizadas como chás, infusões e pomadas para o tratamento de várias doenças (Junior e Pinto, 2005; Guedes et al. 2009). O conhecimento sobre os benefícios de cada planta é repassado de geração em geração dentro das comunidades e/ou tribos e tem despertado o interesse científico sobre o valor medicinal destas espécies visando à confirmação do seu uso a fim de subsidiar a síntese de fármacos a partir dos princípios ativos de plantas medicinais (Di Stasi e Hiruma-Lima, 2002; Joffily e Vieira, 2005; Fonseca et al. 2006).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão responsável por regulamentar a utilização de plantas com fins medicinais determinou, através da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) 48/2004, que o uso das espécies vegetais utilizadas no tratamento de qualquer doença deve ser registrada com a correta identificação botânica e certificação das propriedades terapêuticas atribuídas. Desse modo, esta ação da ANVISA visa garantir a segurança e utilização adequada das plantas medicinais (Carvalho et al. 2008). Assim, estudos botânicos e fitoquímicos têm sido desenvolvidos com diversas espécies com o objetivo de se conhecer melhor a droga vegetal sob os aspectos anatômicos e químicos, além da realização de testes de segurança e eficácia para a determinação de normas regulatórias da comercialização e uso das espécies (Calixto, 2000; Bezerra et al. 2013; Devi et al. 2013).

Gênero Ficus

O gênero *Ficus* está entre os maiores do mundo em termos de riqueza de espécies. A maioria das espécies é arbórea e ocorre em todas as regiões tropicais do mundo, conhecidas popularmente como figueiras (Carauta e Diaz, 2002; Kiem et al. 2011). O gênero *Ficus* está dividido em quatro subgêneros: *Urostigma*, *Pharmacosycea*, *Sycomorus* e *Ficus*. No Brasil estima-se que exista cerca de 100 espécies nativas do gênero *Ficus*, com aproximadamente 65 espécies descritas, sendo que 58 para o subgênero *Urostigma* e oito para o subgênero *Pharmacosycea*. Não existem no Brasil representantes nativos para os subgêneros *Ficus* e *Sycomorus* (Carauta e Diaz, 2002).

As figueiras pertencentes ao gênero *Ficus* apresentam uma inflorescência bastante peculiar conhecida como sicônio, assim considerada se no seu interior houver somente a presença de flores, ou infrutescência, caso haja frutos com sementes (Carauta

e Diaz, 2002). Além da presença do sicônio, as figueiras apresentam outras características importantes como presença de látex, estípulas presentes na gema apical dos ramos, folhas alternas na maioria das vezes unifoliadas e apresentam dimorfismo foliar, uma vez que o indivíduo jovem apresenta folhas maiores comparadas ao indivíduo adulto (Carauta e Diaz, 2002).

De modo geral, as espécies do gênero *Ficus* apresentam porte variado, desde árvores de grande porte (*F. glabra*), médio porte (*F. adhatodifolia*), pequeno porte (*F. pertusa*), arbustos (*F. deltoidea*), plantas rasteiras (*F. celebensis*) até trepadeiras (*F. pumila*). No Brasil as figueiras nativas são monoicas, apresentam casca lisa, folhas com margem inteira e as raízes apresentam formato tabular. As figueiras desenvolvem-se geralmente em ambientes úmidos com alta disponibilidade de luz, em matas ciliares ou de galeria, ao longo de rios e restinga (Carauta e Diaz, 2002). As figueiras nativas do Brasil geralmente apresentam porte arbóreo ou médio e são conhecidas popularmente como gameleiras, mata-paus, lombrigueiras, ou simplesmente figueiras, que é o nome mais comum (Carauta e Diaz, 2002).

Uso das figueiras

Desde a antiguidade as figueiras estão presentes na vida do homem em diversos rituais religiosos, tradição cultural e alimentação. Os romanos consideravam *F. carica* como a árvore sagrada ou figueira-do-reino e ofereciam seus figos ou sicônios ao Deus romano Bacus (Carauta e Diaz, 2002). No Egito, na época dos faraós, a madeira de *F. sycomorus* era utilizada na construção dos sarcófagos das múmias por ser considerada sagrada. Na religião budista, *F. religiosa* é considerada sagrada e é vista como a árvore da iluminação (Carauta e Diaz, 2002).

Devido à beleza de sua copa e tronco, muitas vezes escultural, as figueiras são bastante utilizadas no paisagismo de parques e jardins, como *F. adhatodifolia*, *F. pertusa*, *F. cyclophylla*, *F. deltoidea* e *F. religiosa* (Carauta e Diaz, 2002).

O uso medicinal das espécies de *Ficus* também é bastante antigo, já citado no antigo testamento no livro de Reis 20:7, em que o rei de Judá Ezequias foi curado de uma úlcera ao se alimentar do pão feito do figo de *F. carica*. O figo dessa espécie apresenta uma enzima proteolítica (ficina) que auxilia na digestão. A ficina é naturalmente produzida pelo pâncreas e liberada para o intestino delgado, onde atua quebrando as cadeias de proteínas ingeridas na alimentação (Carauta e Diaz, 2002). Outra substância presente também no figo de *F. carica* é o psoraleno, que tem sido

utilizado há muito tempo no tratamento de doenças relacionadas à pigmentação da pele. (Carauta e Diaz, 2002). O látex é utilizado no tratamento de verrugas e existem vários relatos na medicina tradicional sobre o uso do látex secretado pelas figueiras no tratamento de verminoses. (Carauta e Diaz, 2002). O látex de *F. adhatodifolia*, quando misturado com leite é conhecido popularmente como “caxinguba”, e é usado no tratamento de verminose causada por *Ascaris lumbricoides* (Carauta e Diaz, 2002), isso reflete as designações populares muitas vezes dadas às figueiras tais como: *Ficus vermífuga* e *Ficus anti-helmintica*. Essa prática começou com indígenas na época do pré-descobrimento e se manteve tempos depois pelos brasileiros (Carauta e Diaz, 2002).

Nas espécies do gênero *Ficus*, além do látex, a casca também é utilizada como droga vegetal. A casca é um termo designado a todos os tecidos externos ao câmbio vascular, ou seja, inclui floema secundário, tecidos primários ainda presentes externos ao floema secundário e a periderme, que é o tecido de revestimento das plantas em crescimento secundário (Evert, 2006). Uma gama de compostos bioativos tais como taninos, compostos fenólicos, alcaloides, flavonoides, saponinas, terpenoides e cumarianas podem ser encontrados nas cascas de plantas medicinais e geralmente podem estar associado a propriedade medicinal dessas espécie Melo et al. 2007; Owolabi et al. 2009; Xue-gui et al. 2010).

Dentro deste contexto, as estruturas secretoras são as responsáveis pela produção e armazenamento de compostos presentes nos vários órgãos das plantas, inclusive nas cascas. As estruturas secretoras podem ser classificadas em externas e internas (Evert, 2006). As externas compreendem as glândulas de sal, hidatódios, nectários, coléteres, osmóforos e tricomas glandulares. Enquanto que as internas são representadas pelas cavidades, ductos, idioblastos e laticíferos (Evert, 2006). Essas estruturas podem ser encontradas em qualquer órgão das plantas como folhas, caule, raiz, fruto e semente (Lersten e Curtis, 1998; Bennici e Tani, 2004).

Ficus adhatodifolia, espécie alvo deste trabalho, é popularmente conhecida como figueira vermífuga e apresenta importância na medicina tradicional devido ao uso do seu látex como vermífugo (Carauta e Diaz, 2002). Diante deste cenário, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatômica e quimicamente a casca do caule e raiz de *F. adhatodifolia* em busca de caracteres diagnósticos que auxiliem na identificação dessa espécie medicinal visando contribuir futuramente no controle e qualidade da droga vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bennici, A., Tani C., 2004. Anatomical and ultrastructural study of the secretory cavity development of *Citrus sinensis* and *Citrus limon*: evaluation of schizolysigenous ontogeny. *Flora*. 199, 464–475.
- Bezerra, G.P., Góis, R.W.S., Brito, T.S., Lima, F.J. Romero, N.R., Magalhães, P.J.C., 2013. Phytochemical study guided by the myorelaxant activity of the crude extract, fractions and constituent from stem bark of *Hymenaea courbaril* J. *Ethnopharmacol.* 149, 62–69.
- Calixto, J.B., 2000. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). *Braz. J. Med.* 33, 179-189.
- Carauta, J.P.P., Diaz, B.E., 2002. *Figueiras no Brasil*. Rio de Janeiro. ed. UFRJ. P. 212.
- Carvalho, A.C.B., Balbino, E.E., Maciel, A., Perfeito, J.P.S., 2008. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. *Rev. Bras. Farmacogn.* 18, 314-319.
- Devi, W.R., Singh, S.B., Singh, C.B., 2013. Antioxidant and anti-dermatophytic properties leaf and stem bark of *Xylosma longifolium* Clos. *BioMed. Central.* 13,155.
- Di Stasi, Hiruma-Lima, L.C., 2002. *Plantas Medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica*. segunda edição. UNESP. p 604.
- Evert, R.F., 2006. *Esau's Plant Anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development*. terceira edição. New Jersey/Canada, p. 427.
- Fonseca, M.C.M., Meira, R.M.S.A., Casali, V.W.D., 2006. Anatomia dos órgãos vegetativos e histolocalização de compostos fenólicos e lipídicos em *Porophyllum ruderale* (Asteraceae). *Planta Daninha*. 24, 707-713.
- Guedes, R.C.M., Nogueira, N.G.P., Almeida, A.M.F., Souza, C.R.F., Oliveira, W.P., 2009. Atividade antimicrobiana de extratos brutos de *Petiveria alliacea* L. *Lat. Am. J. Pharm.* 28, 520- 524.
- Joffily, A., Vieira, R.C., 2005. Anatomia foliar de *Maytenus mol. emend mol.* (Celastraceae), ocorrente no estado do Rio de Janeiro Brasil. *Acta. Bot. Bras.* 19,549-561.
- Junior, V.F.V., Pinto, A.C., 2005. *Plantas Medicinais: Cura Segura?* *Química Nova*. 28, 519-528.
- Kiem, P.V., Cuong, N.X., Nhiem, N.X., Thu, V.K., Ban, N.K., Minh, C.V., Tai, B.H., Hai, T.N., Lee, S.H., Jang H.D., Kim, Y.H., 2011. Antioxidant activity of a new C-glycosylflavone from the leaves of *Ficus microcarpa*. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 21, 633–637.

Lersten, N.R., Curtis, J.D., 1998. Foliar idioblasts in *Physostegia virginiana* (Lamiaceae). *J. Torrey. Bot. Soc.* 125, 133-137.

Melo, J.O., Endo, T.H., Bersani-Amado, L.E., Svidzinski A.E., Baroni, S., Mello, J.C.P., Bersani-Amado C.A., 2007. Effect of *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) bark on animal models of nociception. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, 43, 465-469.

Owolabi, O.J., Nworgua, Z.A., Falodun, A., Buhiyamin, A.A., Nwako C.N., 2009. Evaluation of tocolytic activity of ethanol extract of the stem bark of *Ficus capensis* thunb. (Moraceae). *Acta. Pol. Pharm.* 66, 293-296.

Xue-Gui, W., Xiao-Yi, W., Yong-Qing, T., Li-Tao, S., Han-Hong, X., 2010. Antifungal Flavonoids from *Ficus sarmentosa* var. *henryi* (King) Corner. 9, 690-694

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I. Caracterização anatômica do desenvolvimento de cascas e laticíferos de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (Moraceae)

RESUMO - *Ficus adhatodifolia* é conhecida popularmente como figueira vermífuga. A mistura do seu látex com leite é conhecido como caxinguba e vem sendo utilizado como anti-helmíntico na medicina popular há muitos anos por povos indígenas. O objetivo do trabalho foi caracterizar anatômica e quimicamente o desenvolvimento da casca do caule, da raiz e dos laticíferos a fim de se conhecer o sítio de acúmulo de compostos de interesse farmacológico. Para a caracterização anatômica, amostras da casca do caule e da raiz foram fixadas em FAA₅₀, conservadas em álcool 70%, desidratadas e posteriormente incluídas em metacrilato. Secções transversais e longitudinais do material com 5 µm de espessura, foram obtidas através de micrótomo rotativo de avanço automático. As secções foram coradas com azul de toluidina pH 4,4 e montadas em resina sintética (Permout). Para verificar a presença de compostos estruturais na casca, amostras frescas foram seccionadas transversalmente em micrótomo de mesa e submetida ao lugol, floroglucina ácida e sudan IV. O estudo anatômico do desenvolvimento das cascas de *F. adhatodifolia* revelou a presença de monocristais, laticíferos não-articulados ramificados, fibras gelatinosas perivasculares e braquiesclereídes. A análise histoquímica revelou a presença de amido e compostos estruturais como lignina e suberina. Os dados anatômicos referentes ao desenvolvimento das cascas de *F. adhatodifolia* podem auxiliar na correta identificação dessa espécie bem como conhecer o sítio de acúmulo dos compostos de interesse farmacológico.

Palavras-chave: Anatomia, estruturas secretoras, figueiras, ontogenia.

Introdução

O termo casca se refere a todos os tecidos que estão externos ao câmbio vascular, isto é, floema secundário, tecidos primários que ainda se encontram presentes externamente ao floema secundário e pela periderme (Roth, 1981). A origem e o desenvolvimento das cascas estão relacionados à atividade de dois meristemas secundários, o câmbio vascular e o felogênio (Fahn, 1982; Evert, 2006). Nos caules, o câmbio vascular tem sua origem a partir do procâmbio, enquanto o felogênio geralmente origina-se a partir da desdiferenciação das células de camadas subepidérmicas de parênquima ou colênquima e, em casos mais raros, a partir de camadas do parênquima do córtex ou no floema (Fahn, 1982). Nas raízes, por sua vez, o câmbio vascular origina-se de divisões periclinais das células do procâmbio que posteriormente conectam-se ao periciclo formando o câmbio vascular. Ao passo que, o felogênio origina-se frequentemente a partir do periciclo ou, em casos mais raros, a partir de qualquer camada na região do córtex (Fahn, 1982).

O floema secundário é um tecido complexo e, em Angiospermas, é constituído por vários tipos celulares (Evert, 2006). A periderme, tecido de revestimento secundário, é formada pela atividade bidirecional do felogênio, que produz internamente a feloderme e externamente o súber (Fahn, 1982). A feloderme é um tecido composto por células parenquimáticas vivas que normalmente se encontram alinhado radialmente com as iniciais do felogênio (Fahn, 1982, Evert, 2006). Já o súber é um tecido composto por células mortas na maturidade, suberizadas, com arranjo compacto e sem espaços intercelulares. Este tecido pode apresentar diversas morfologias de acordo com a espécie e o ambiente que ela vive, como por exemplo, pode apresentar superfície lisa, fissurada, rendilhada, esfoliante, dentre outras (Evert, 2006).

Com base em estudos sobre o desenvolvimento e morfologia geral dos laticíferos, eles são classificados como articulados e não-articulados. Os laticíferos articulados são caracterizados pelo seu desenvolvimento multicelular com fusão de protoplastos, enquanto os laticíferos não-articulados se caracterizam pelo desenvolvimento unicelular multinucleados e crescimento intrusivo através da ação de pectinases (Malbergh, 1993; Hagel et al. 2008). Os laticíferos também podem ser classificados como articulados anastomosados e não-anastomosados. O tipo articulado anastomosado ocorre quando as paredes laterais de dois laticíferos se unem formando uma anastomose. O tipo não-anastomosado é quando essa fusão de parede não ocorre.

Outra classificação são os não-articulados ramificados e os não-ramificados. Os laticíferos não-articulados ramificados são aqueles que formam um sistema reticulado no corpo da planta, enquanto que nos não-ramificados isso não acontece (Evert, 2006; Hagel et al., 2008). Laticíferos articulados e não-articulados podem apresentar aspectos ultraestruturais semelhantes no início de seu desenvolvimento, tais como núcleo proeminente, citoplasma denso, grande quantidade de organelas como retículo endoplasmático rugoso, complexo de Golgi, plastídios, mitocôndrias, ribossomos e dictiossomos. (Evert, 2006).

As cascas de espécies de variadas famílias representam um importante recurso econômico para diferentes populações em razão das atribuições medicinais que são dadas às mesmas. O valor terapêutico das cascas está associado aos compostos de diferentes classes químicas, os quais são sintetizados e armazenados em células comuns ou em diferentes estruturas secretoras. Os laticíferos são estruturas secretoras comumente encontradas nas cascas, altamente especializadas na secreção de um líquido viscoso com diferentes colorações e composição química também variada, denominado látex, que só é liberado por ruptura. A liberação do látex pode ocorrer pela ruptura dos tecidos pela ação de herbívoros, atuando assim, na defesa contra a herbivoria (Malbergh, 1993; Hagel et al. 2008). Além disso, a diversidade química do látex pode justificar o seu uso no tratamento de diferentes doenças (Hagel, et al. 2008).

Na família Moraceae, os laticíferos presentes em folhas, caules e raízes representam um importante caráter para identificação das espécies, como por exemplo, para espécies do gênero *Ficus* (Solereeder, 1908). Nesse gênero destacam-se *F. maxima*, *F. pulchella*, *F. obtusiuscula* e *F. insipida*, onde o látex é utilizado por tribos indígenas e por pessoas de comunidades tradicionais no tratamento de verminoses (Berg, 2001; Carauta e Diaz, 2002). Os laticíferos encontrados no gênero *Ficus* geralmente se classificam em não-articulados ramificados (Evert, 2006; Coelho, 2013).

Embora os laticíferos tenham importância taxonômica e medicinal para a família Moraceae, são escassos na literatura estudos voltados para a caracterização estrutural e química. Estudos anatômicos e químicos são fundamentais para a correta identificação botânica das drogas vegetais e dos órgãos a serem utilizados, contribuindo assim, para auxiliar as pesquisas farmacológicas e assegurar o controle e qualidade de drogas vegetais (Cury e Tomazello-Filho, 2011).

Conhecida popularmente por figueira-vermífuga, *Ficus adhatodifolia* é uma espécie nativa do Brasil e pode ser encontrada nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul.

A mistura do látex de *F. adhatodifolia* com o leite é conhecido como “caxinguba” e é utilizada como vermífugo pelos indígenas desde o período pré-colombiano no tratamento de verminose por *Ascaris lumbricoides* (Carauta e Diaz, 2002). Apesar da importância medicinal de *F. adhatodifolia* pouco se sabe sobre o desenvolvimento e estrutura das cascas do caule e da raiz desta espécie. Diante do que foi exposto acima, buscou-se responder no presente estudo algumas perguntas: a) A origem e o desenvolvimento da casca do caule e da raiz são semelhantes? b) Quais seriam as características estruturais diferenciais entre as cascas do caule e da raiz? c) Como se classificam os laticíferos desta espécie de acordo com a origem e o desenvolvimento?

Material e métodos

Material vegetal e área de coleta

Para a realização deste trabalho foram coletadas as cascas da raiz e do caule de mudas de *Ficus adhatodifolia* com três anos de idade, cultivadas no Horto Botânico do Campus da Universidade Federal de Viçosa-MG (Latitude: 20° 45' 14" S Longitude: 42° 52' 55" W). Coletaram-se também cascas do caule do indivíduo adulto presente no mesmo campus. O material testemunho foi herborizado e depositado no Herbário da Universidade Federal de Viçosa (VIC), em Viçosa, MG, sob o registro 31644.

Microscopia de luz

Foi realizada no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal, da Universidade Federal de Viçosa- MG (UFV).

Avaliação anatômica

Para a caracterização anatômica das cascas e dos laticíferos de *F. adhatodifolia*, foram coletados ápices caulinares e radiculares e fragmentos da casca do caule e da raiz em diferentes estádios de desenvolvimento. O material foi fixado em FAA₅₀ e conservado em álcool 70% (Jensen, 1962). As amostras com aproximadamente 1 mm² foram desidratadas em série etanólica e incluídas em metacrilato (Historesin-Leica, Instruments, Heidelberg, Alemanha) de acordo com Paiva (2011). Amostras da casca da raiz foram previamente amolecidas com glicerol 50% (glicerina + álcool 50%). Secções transversais e longitudinais do material vegetal, com 5 µm de espessura, foram obtidas através do micrótomo rotativo de avanço automático (RM 2155, Leica), coradas com azul de toluidina (O'Brien et al, 1964) pH 4,4 e montadas com resina sintética (Permount). Amostras frescas foram seccionadas à mão livre, coradas com safrablau e montadas com gelatina glicerinada ((Johansen, 1940).

Resultados

Caule : Meristema e estrutura primária

A região do meristema apical da parte aérea de *F. adhatodifolia* é recoberta por tricomas. Nessa região, os três meristemas primários podem ser observados: a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio (Fig. 1A). As células que compõem o promeristema apresentam núcleos proeminentes, citoplasma denso e alta taxa de divisão celular (Fig.1B).

No primeiro nó, em estrutura primária, a protoderme se diferenciou em uma epiderme unisseriada. O meristema fundamental se diferenciou em parênquima clorofiliano e colênquima na região do córtex, e em parênquima de preenchimento na região da medula. Já o procâmbio iniciou sua atividade formando floema e xilema primários organizados em feixes vasculares colaterais (Fig. 1C).

Caule : Instalação do câmbio e formação de tecidos vasculares secundários

No terceiro nó, uma camada de células entre o floema e o xilema primários começa a se dividir periclinalmente, marcando a instalação do câmbio. A atividade bidirecional deste meristema secundário começa a produzir floema e xilema secundários para o exterior e interior, respectivamente (Fig. 1D). O câmbio mantém sua atividade nos nós subsequentes, adicionando maiores quantidades de floema e xilema secundários ao corpo da planta.

Desde o ápice da parte aérea os laticíferos já são observados, sendo mais abundantes na região cortical e no floema primário e secundário, além da presença de idioblastos contendo drusas (Fig. 1E).

Caule : Instalação do felogênio e formação da periderme

No sétimo nó nota-se a instalação do felogênio, por divisões predominantemente periclinais a partir da primeira camada de células de colênquima. Nesta fase a epiderme ainda está presente (Fig. 1F). No nono nó a epiderme já está totalmente substituída pela periderme (Fig. 1G). Abaixo da periderme, na região mais externa do córtex, ocorrem braquiesclereídes com pontoações simples. Além disso, acima do floema observa-se

uma faixa de fibras gelatinosas perivasculares com parede secundária não-lignificada. Monocristais e drusas são observados dispersos na região cortical e no floema. Nessa fase, observa-se um aumento de tecido de sustentação no caule, devido a presença de braquiesclereídes no córtex e de fibras gelatinosas externamente ao floema (Fig. 1G).

No décimo primeiro nó a periderme já está bem desenvolvida, composta por súber, felogênio e feloderme. A casca já está totalmente formada, composta pela periderme, células corticais remanescentes e floema secundário (Fig. 1H-I).

Há amido nas células parenquimáticas do córtex (Fig. 1J), e impregnação de suberina nas paredes celulares do súber (Fig. 1K), e de lignina nas paredes celulares dos braquiesclereídes (Fig. 1L).

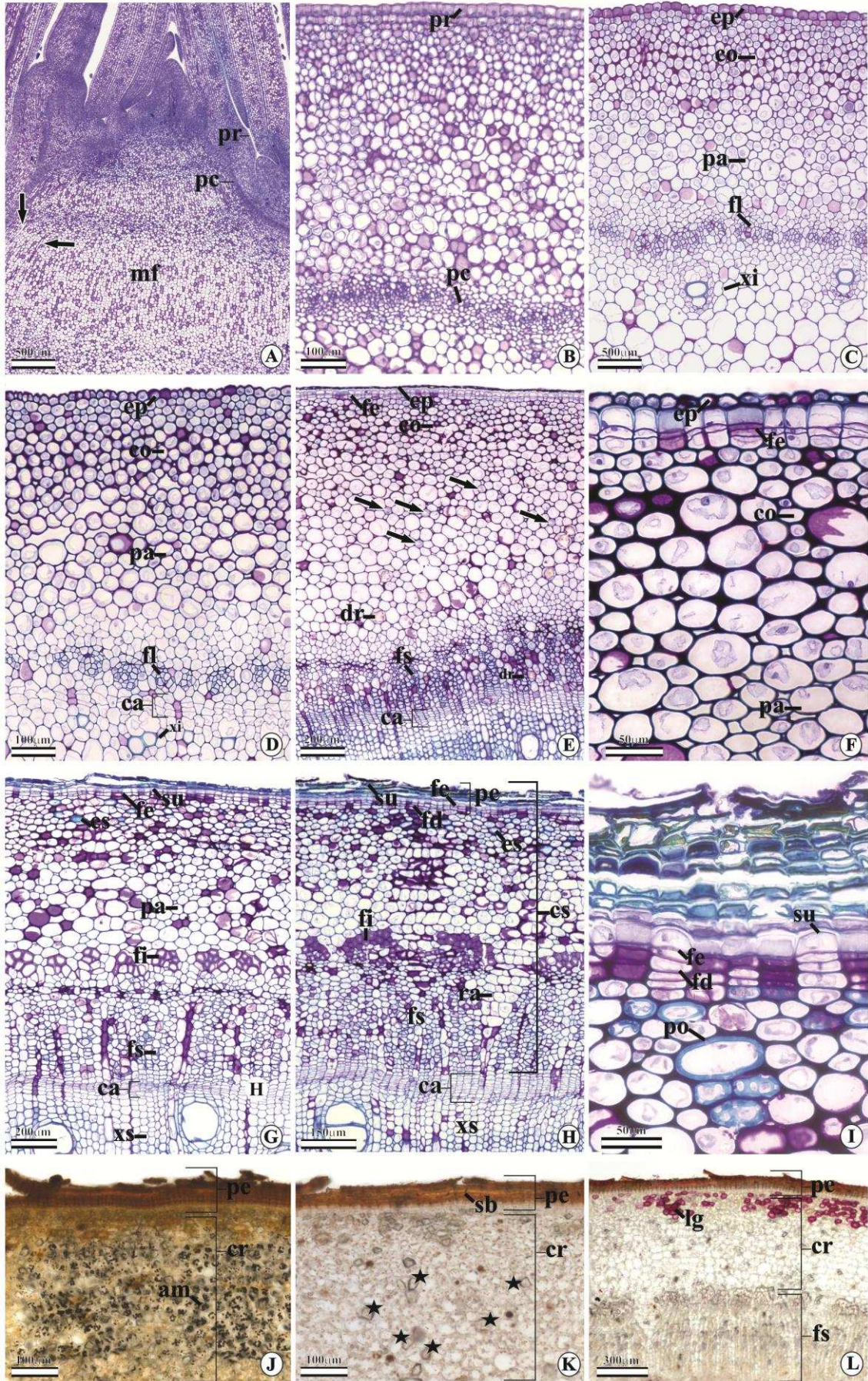


Figura 1. Secções longitudinal (A) e transversais (B-L) do caule *Ficus adhatodifolia* em diferentes estádios de desenvolvimento. A-B, fase meristemática. C, estrutura primária. D, instalação do câmbio vascular. E-F, instalação do felogênio. G, periderme em desenvolvimento. H, casca totalmente desenvolvida. I, detalhe da periderme e tecidos subjacentes. J, amido nas células parênquimáticas do córtex. K, suberina impregnada na parede das células do súber. L, lignina impregnada na parede celular de brasclereídes. (am) amido, (ca) casca, (co) colênquima, (cr) córtex, (dr) drusa, (ep) epiderme, (es) esclereíde (braquiesclereíde), (fe) felogênio, (fd) feloderme, (fi) fibras, (fl) floema primário, (fs) floema secundário, (mf) meristema fundamental, (pa) parênquima, (pe) periderme, (pc) procâmbio (pr) protoderme, (sb) suberina, (su) súber, (xi) xilema primário, (xs) xilema secundário, setas indicam laticíferos, estrelas indicam monocristais.

Raiz : meristema e estrutura primária

O ápice da raiz de *F. adhatodifolia* é protegido pela coifa, que recobre o promeristema, os meristemas primários e a região de alongamento (Fig. 2 A-D). Na região dos meristemas primários a protoderme ocupa posição tipicamente periférica, seguida por uma região cortical composta por meristema fundamental e procâmbio ocupando posição central.

Na raiz em estrutura primária a protoderme diferencia-se em uma epiderme unisseriada, o meristema fundamental em parênquima cortical, enquanto a produção de floema e xilema primários pelo procâmbio é um pouco mais tardia. A epiderme apresenta tricomas ou pelos absorventes, típicos da zona pilífera da raiz (Fig. 2 E). Na extremidade desses tricomas foi verificada a presença de conteúdo fenólico (Fig. 2 F). Abaixo da epiderme ocorre uma camada de células com conteúdo fenólico (Fig. 2 E).

Raiz : instalação do câmbio vascular e produção de tecidos vasculares secundários

Ainda na zona pilífera é possível observar o câmbio já instalado produzindo xilema e floema secundários. Há uma expansão no córtex da raiz e, nesse estádio, os pêlos absorventes ainda sem mantêm (Fig. 2 G).

Raiz : instalação do felogênio e formação da periderme

A instalação do felogênio ocorre a partir do periciclo, de forma que o córtex é totalmente eliminado (Fig. 2 H-J). A periderme, totalmente formada, é constituída pelo

felogênio e pelo súber, mas não se observa a formação de feloderme. Abaixo da periderme nota-se a presença de monocristais e fibras dispersas pelo córtex. O câmbio vascular mantém sua atividade acrescentando mais camadas de floema e xilema secundários. Por fim, evidencia-se a casca totalmente formada pela periderme e pelo floema secundário (Fig. 2 K).

Há amido nas células parenquimáticas do córtex da raiz (Fig. 2 L) e compostos estruturais como lignina e suberina. Foi observada a impregnação de suberina na parede das células do súber (Fig. 2 M), enquanto a impregnação de lignina foi evidenciada nas paredes das braquiesclereídes (Fig. 2 N).

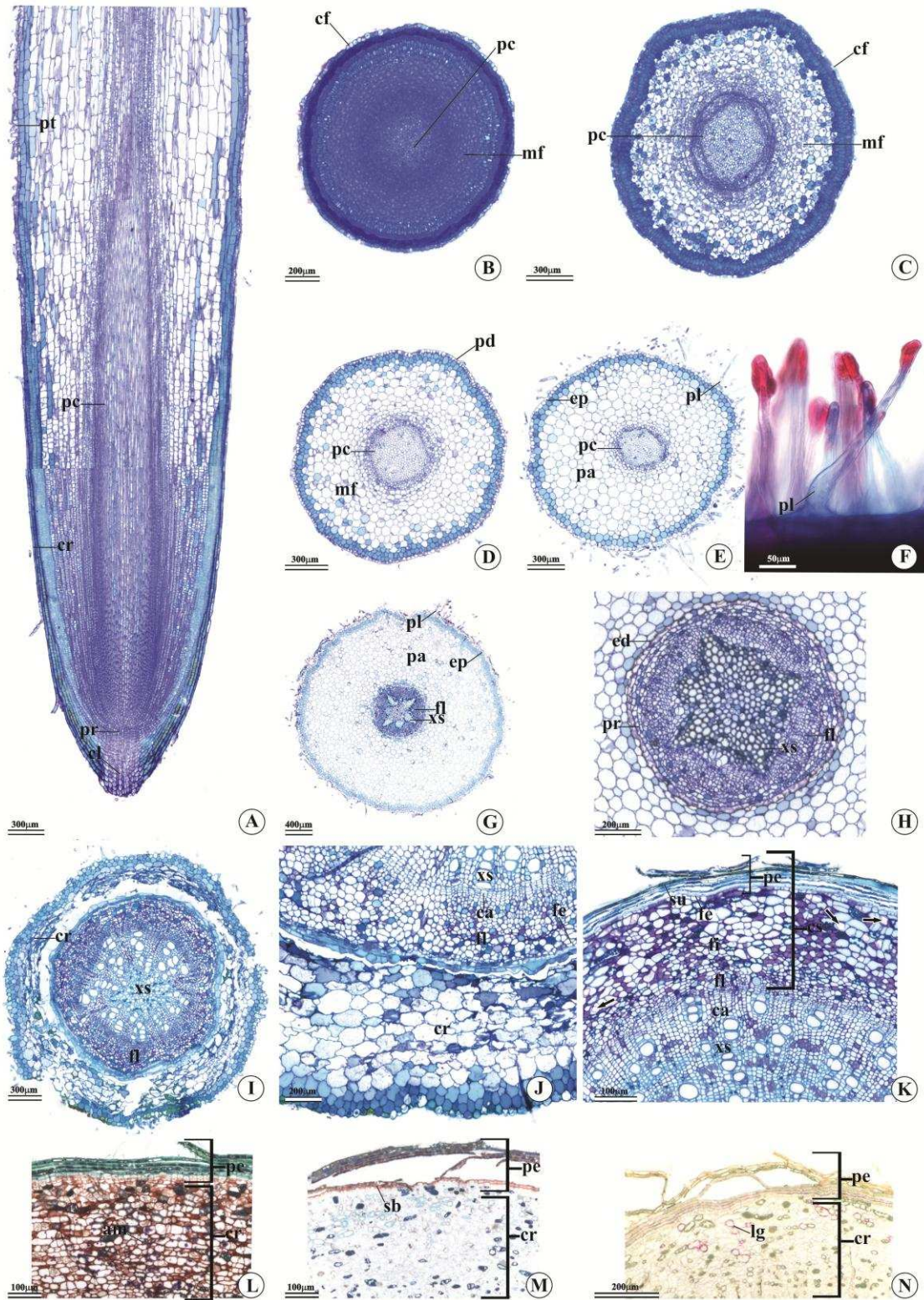


Figura 2. Secções longitudinal (A) e transversais (B-N) da raiz de *Ficus adhatodifolia* em diferentes estádios de desenvolvimento. A-D, fase meristemática. E, estrutura primária. F, pêlos absorventes com conteúdo fenólico (vermelho). G, câmbio ativo marcando o início da estrutura secundária. H, detalhe do periciclo. I-J, instalação do flogênio e córtex sendo eliminado. K, casca totalmente formada. L, amido nas células

parênquimáticas do córtex. M, suberina impregnada na parede das células do córtex. N, lignina impregnada na parede das braquiesclereídes. (am) amido. (ca) câmbio, (cf) coifa, (cl) columela, (cr) córtex, (cs) casca, (ed) endoderme, (es) esclereíde, (ep) epiderme, (fe) felogênio, (fi) fibras, (fl) floema, (mf) meristema fundamental, (pa) parênquima, (pc) procâmbio, (pe) periderme, (pl) pêlo absorvente, (pr) promeristema, (sb) suberina, (su) súber (xs) xilema secundário. Setas indicam monocristais.

Laticíferos: origem e desenvolvimento

Em *F. adhatodifolia* os laticíferos já são observados no ápice caulinar e radicular e originam-se a partir de uma única célula do meristema fundamental cujo núcleo sofre cariocienese sucessivas, sendo assim classificados como laticíferos não-articulados (Fig 3 A, D). Durante o desenvolvimento dos laticíferos, há crescimento intrusivo e ramificação dos laticíferos, o que os classifica como laticíferos ramificados (Fig 3C).

Nos ápices caulinar e radicular a diferenciação dos laticíferos está associada ao meristema fundamental (Fig 3B) e ao procâmbio. Diferentemente das células vizinhas, os laticíferos se alongam verticalmente e ramificam-se em formato de Y (Fig 3C) e em formato de H (Fig 3B), formando redes que acompanham o eixo longitudinal do corpo da planta.

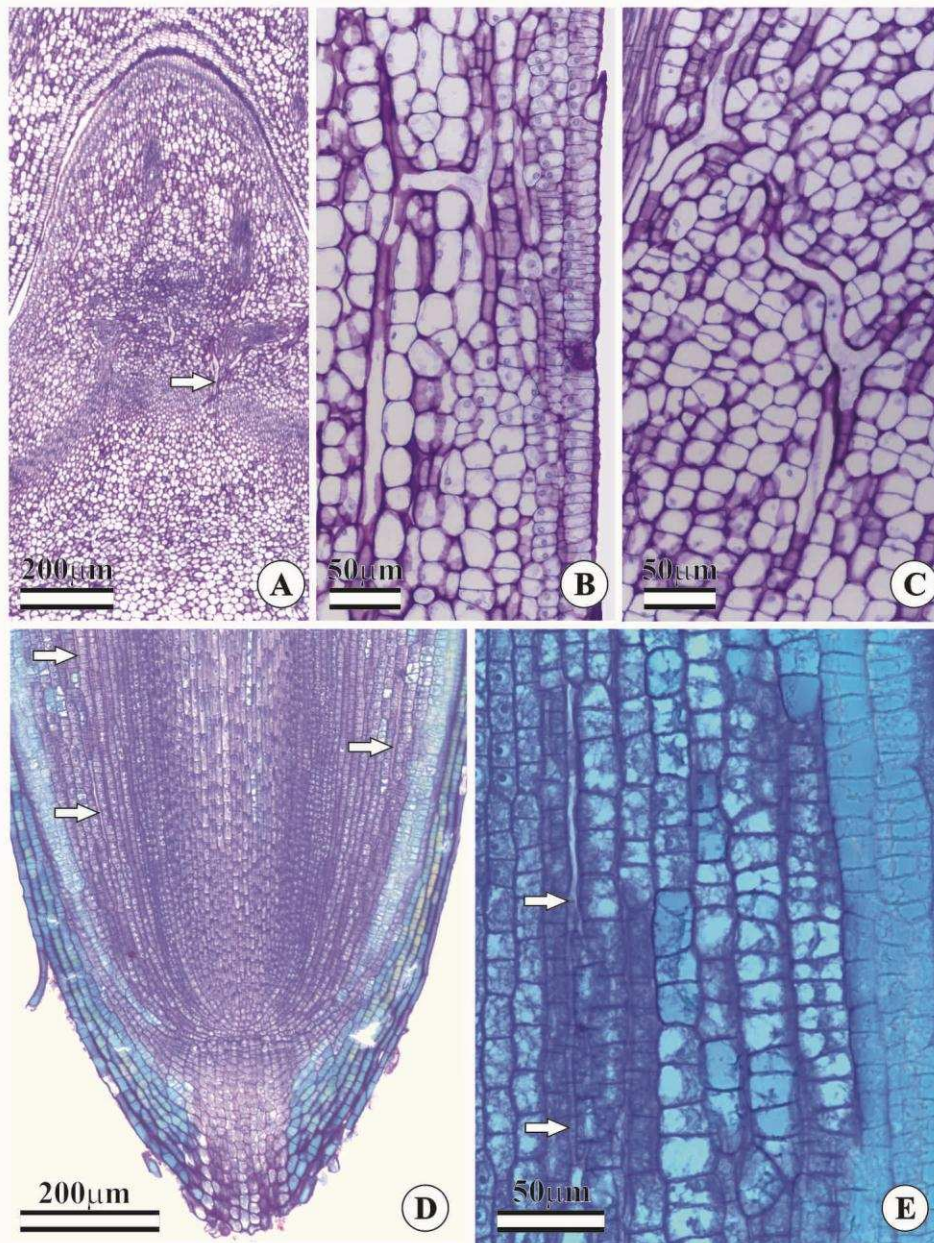


Figura 3. Secções longitudinais do ápice caulinar (A-C) e ápice radicular (D-E) de *Ficus adhatodifolia*. A, ápice caulinar ; seta indica região com laticíferos não-articulados ramificados. B, laticífero em formato de H. C, laticífero em formato de Y. D-E, ápice radicular ; setas indicam laticíferos no meristema fundamental.

Discussão

A origem e o desenvolvimento das cascas de *F. adhatodifolia* é semelhante ao padrão observado na maioria das Angiospermas (Fahn, 1982), porém, algumas diferenças foram observadas entre a casca do caule e a casca da raiz. A instalação do câmbio vascular em *F. adhatodifolia* ocorreu de maneira semelhante tanto na raiz como no caule, entre xilema e floema primários, resultando na produção de xilema e floema secundários. Quanto ao felogênio, sua origem no caule de *F. adhatodifolia* ocorreu na primeira camada subepidérmica, ou seja, na primeira camada de colênquima. Na raiz, o felogênio se originou a partir do periciclo. A origem do felogênio a partir de camadas subepidérmicas em caules é bastante comum, podendo também originar-se a partir da própria epiderme ou de camadas mais internas do córtex (Fahn, 1982; Evert, 2006). Nas raízes, a origem do felogênio é mais variada, e este meristema lateral pode se originar a partir do periciclo ou mesmo do parênquima cortical (Fahn, 1982; Evert, 2006).

O desenvolvimento da periderme em raízes e caules de *F. adhatodifolia* não ocorre da mesma maneira. A periderme da casca do caule de *F. adhatodifolia* é constituída pelo súber, felogênio e feloderme. A feloderme ocorre apenas nos caules, enquanto que nas raízes está ausente. Em algumas espécies, a feloderme pode estar ausente, ou então consistir de uma até seis camadas (Fahn, 1950).

O desenvolvimento do floema secundário em caules e raízes de *F. adhatodifolia* é semelhante, e sua origem ocorre a partir do câmbio vascular. No floema secundário do caule e da raiz encontram-se laticíferos, monocristais e drusas. Apenas no caule há fibras gelatinosas perivasculares externas ao floema primário remanescente. Na raiz há fibras lignificadas dispersas entre os demais tipos celulares do floema secundário. Segundo Roth (1981), as esclereídes representam as células de sustentação mais comuns em cascas.

A região cortical é mantida apenas na casca do caule, onde se diferenciam braquiesclereídeos, monocristais, drusas e laticíferos. Em *F. religiosa* e *F. virens* também foi relatada a presença dessas estruturas (Babu et al. 2010). Na raiz a região cortical foi eliminada após instalação do felogênio e o que se manteve foram somente o floema secundário e a periderme.

Laticíferos também são encontrados no córtex e no floema secundário da raiz em outras espécies do gênero, como em *F. pumila* (Davies et al. 1982).

A partir do estudo ontogenético da casca do caule de *F. adhatodifolia* foi constatado que os laticíferos presentes na espécie são do tipo não-articulados ramificados. Segundo Hagel et al. (2008), laticíferos não-articulados são caracterizados por serem multinucleados e com desenvolvimento a partir de uma única célula, podendo se ramificar ou não ao longo do corpo da planta. Esse tipo de laticífero já foi descrito em espécies do gênero *Ficus* (Evert, 2006) como, por exemplo, nas folhas de *F. carica* (Rachmilevitz e Fahn, 1982). Segundo Roth (1981), os laticíferos representam importante caráter diagnóstico para cascas.

A anatomia vegetal é uma importante ferramenta para identificação das plantas medicinais. Kato e Arisue (2002), através da anatomia da casca de *Myracrodruon arundeuva* (Anacardiaceae), conhecida como aroeira, constataram caracteres importantes para identificação dessa espécie, tais como a disposição dos tecidos e inclusões celulares. Já o estudo anatômico da casca de *Bathysa cuspidata* (Rubiaceae), realizado por Coelho et al. (2012), constatou a presença de caracteres importantes para identificação dessa espécie como o aspecto geral da periderme, a presença de ritidoma, de uma área cortical remanescente com esclereídes, dentre outros caracteres.

A caracterização morfoanatômica dos órgãos e/ou das partes (como as cascas) das plantas medicinais possibilita maior conhecimento estrutural de espécies utilizadas como droga vegetal. Além disso, permite a elucidação dos locais de síntese e acúmulo de compostos de interesse farmacológico. Dessa forma a anatomia é uma ferramenta importante no auxílio do controle e qualidade da droga vegetal.

Conclusão

A casca do caule e a casca da raiz de *F. adhatodifolia* apresentam diferenças estruturais decorrentes da origem e do desenvolvimento dos meristemas secundários.

A casca do caule é constituída pela periderme, seguida de tecidos corticais primários remanescentes e floema secundário. Já a casca da raiz não apresenta tecidos corticais remanescentes entre a periderme e o floema secundário.

Laticíferos são abundantes na casca de *F. adhatodifolia* e se originam nos ápices de raiz e de parte aérea, classificados como não-articulados ramificados.

Referências Bibliográficas

- Babu, K., Shankar, S.G., Rai, S., 2010. Comparative pharmacognostic studies on the barks of four *Ficus* species. *Turk. J. Bot.* 34, 215-224.
- Berg, C.C., 2001. *Moraceae, artocapeae and Dorsetenia (Moraceae)*. New York Botanical Garden, New York. p 347.
- Carauta, J.P.P., Diaz, B.E., 2002. *Figueiras no Brasil*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ. p. 212.
- Coelho, V.P.M., Leite, J.P.V., Nunes, L.G., Ventrella, M.C., 2012. Anatomy, histochemistry and phytochemical profile of leaf and stem bark of *Bathysa cuspidata* (Rubiaceae). *Aust. J. Bot.* 60, 49–60.
- Cury, G., Tomazello-Filho, M., 2011. Caracterização e descrição da estrutura anatômica do lenho de seis espécies arbóreas com potencial medicinal. *Rev. Bras. Plantas. Med.* 13, 311-318.
- Davies, F.T., Lazarte, J.E., Joiner, J.N., 1982 Initiation and development of roots in juvenile and mature leaf bud cuttings of *Ficus pumila* L. *Am. J. Bot.* 69, 804-811.
- Evert, R.F., 2006. *Esau's Plant Anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development*. terceira edição. New Jersey/Canada, John Wiley & Sons, Inc. p. 427.
- Fahn, A., 1982. *Plant Anatomy*. Pergamon international library. p. 544.
- Fariás, F.R., Williamson J. S., Rodríguez, S. V., Angeles, G., Portugal V.O., 2009. Bark anatomy in *Croton draco* var. *Draco* (Euphorbiaceae). *Am. J. Bot.* 96, 2155–2167.
- Hagel, J.M., Yeung, E.C., P.J. Facchini., 2008. Got milk? The secret life of laticifers. *Trends Plant Sci.* 13, 631-639.
- Jensen W.A. 1962., *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco, WH Freeman & Co. p. 408.
- Kato, E.T. M., Akisue, G., 2002. Estudo farmacognóstico de cascas *Myracrodruon urundeuva* Fr. *All. Rev. Lecta.* 20, 69-76.
- Kraus, T., Basconsuelo, S., 2009. Secondary root grow thin *Rhynchosia edulis* Griseb. (Leguminosae): origin of cambia and their products. *Flora* 204, 635–643.
- Mahlberg, P.G., 1993. *Laticifers: an historical perspective*. Springer on behalf of New York Botanical Garden Press. P. 24.

O'brien, T.P., Feder, N., Mccully, M.E., 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59, 368-373.

Paiva, E.A.S., Pinho, S.Z., Oliveira, D.M.T., 2011. Large plant samples: how to process for gma embedding? in chiarini-garcia, H., Melo, R.C.N. (eds.) *Light microscopy: methods and protocols*. New York, Springer/Humana Press. p. 37-49. (methods in molecular biology, n. 689).

Rachmilevitz, T., Fahn, A., 1982. Ultrastructure and development of the laticifer of *Ficus carica* L. *Ann. Bot.* 49, 13-22.

Roth, I., 1981. Structural patterns of tropical barks. *Gerbruder Borntrager Berlin Stuttgart*. p. 609.

Solereder, H., 1908. *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press. p. 1182.

CAPÍTULO II.

Prospecção fitoquímica e análise histoquímica da casca e do látex de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (Moraceae)

Resumo - *Ficus adhatodifolia* é uma espécie nativa do Brasil conhecida popularmente como figueira-vermifuga, devido a utilização do seu látex no tratamento de verminoses. Apesar do látex ser utilizado na medicina popular, pouco se sabe sobre a constituição química das cascas dessa espécie. Assim, o objetivo do trabalho foi realizar a análise histoquímica e fitoquímica da casca e do látex como contribuição para o conhecimento de sua composição química. O estudo foi realizado no laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal (DBV) e no laboratório de Biodiversidade do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular (DBB) da Universidade Federal de Viçosa-MG. Para análise histoquímica, amostras frescas foram submetidas a diversos reagentes para detecção dos compostos de interesse farmacológico. Para a prospecção fitoquímica, os extratos etanólicos da casca do caule e do látex foram submetidos ao estudo por cromatografia de camada delgada (CCD). Os principais grupos de compostos identificados na análise histoquímica foram lipídios, borracha, terpenoides e alcaloides, todos restritos aos laticíferos. Enquanto taninos, cumarinas e saponinas foram identificados apenas por (CCD). Em ambas as técnicas constatou-se que a composição química da casca é semelhante ao encontrado no látex. Assim, pode-se inferir que o uso da casca como droga é equivalente ao uso do látex.

Palavras-chave: anatomia, compostos secundários, figueira, planta medicinal.

Introdução

O estudo de plantas medicinais vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, principalmente nos aspectos relacionados à caracterização anatômica, fitoquímica e histoquímica das folhas (Padilha et al. 2010; Motta et al. 2010; Silva et al. 2011). No entanto, poucos são os trabalhos que investigam esses aspectos para as espécies medicinais arbóreas que têm suas propriedades farmacológicas encontradas na casca (Pina et al. 2013). As espécies do gênero *Ficus* possuem importância medicinal e vêm sendo alvo de estudos por apresentarem propriedades antioxidantes (Arunachalam e Parimelazhagan, 2013), antibacterianas (Reschke, et al. 2007), antidiabéticas (Singh et al. 2009) e antiinflamatórias (Arunachalam e Parimelazhagan, 2013).

Muitas das propriedades farmacológicas estão relacionadas ao látex secretado pelas figueiras que é empregado na medicina tradicional há muitos anos devido à riqueza de compostos bioativos. Um exemplo é o látex de *F. carica*, rico em ácidos orgânicos málico com propriedade antioxidante; sesquiterpenos como o germacreno D com atividade antimicrobiana; muuroleno e cadineno com propriedades antifúngicas; monoterpenos como limoneno com atividade anti-cancerígenas e o linalol com propriedade antimicrobiana (Oliveira et al. 2010).

O uso das cascas das espécies do gênero *Ficus* para fins terapêuticos vem sendo relatado (Kuate et al. 2009; Chen et al. 2010). Dentre os compostos utilizados citam-se flavonoides (Shi et al. 2001.), alcaloides (Sandabe et al. 2006) , terpenoides (Kuate et al. 2009), taninos (Sandabe et al. 2006, Veerapur et al. 2007), saponinas (Sandabe et al., 2006) e furanocumarinas glicosídicas (Veerapur et al. 2007). A casca é o termo que se refere a todos os tecidos externos ao câmbio vascular. Ela é constituída pelo floema secundário, pelos tecidos primários que ainda se encontram presentes externamente ao floema e pela periderme (Evert, 2006). Atualmente tem ocorrido um crescente interesse sobre a investigação do potencial químico e as propriedades farmacológicas dos órgãos das plantas, inclusive as cascas. Essas representam as partes da planta mais utilizadas na medicina popular (Pina et al. 2013). A piranocumarina encontrada no extrato da casca da raiz de *F. nervosa* desempenha um papel importante contra a atividade antibacteriana (Chen et al. 2010). De maneira geral, a biossíntese e o acúmulo desses compostos na casca geralmente ocorrem em estruturas secretoras tais como laticíferos, idioblastos e canais ou ductos (Farías et al. 2009; Rodrigues e Machado, 2009). As espécies do gênero *Ficus* são ricas em laticíferos, os quais

representam um importante caráter diagnóstico para a identificação de várias figueiras, como por exemplo, os laticíferos presentes nas espécies *F. maxima*, *F. pulchella* e *F. obtusiuscula* (Solleder, 1908; Metcalfe e Chalk, 1950; Carauta e Diaz, 2002).

Além da riqueza de compostos presentes no látex das espécies de *Ficus*, alguns estudos também enfatizam o potencial farmacológico das cascas, que normalmente é utilizada na medicina popular na forma de decocto. Estudos realizados com casca da raiz de *F. nervosa* evidenciaram a ação antimicrobiana (Chen et al. 2010). Para as espécies *F. bengalensis* (Shukla et al., 2004) *F. clamydocarpa* e *F. cordata* (Kueete et al. 2008) as cascas do caule apresentaram atividade antiantioxidante e antimicrobiana. Outras propriedades farmacológicas tais como atividade antidiabética, antidiarréica e anti-inflamatória foram diagnosticadas na casca do caule de *F. racemosa* (Annam e Houghton, 2008; Velayutham et al. 2013).

Ficus adhatodifolia, é uma espécie nativa de porte arboreo que apresenta ampla distribuição no Brasil, sendo encontrada nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Conhecida popularmente como figueira-vermífuga tem seu potencial farmacológico associado ao látex, que quando misturado ao leite recebe o nome de caxinguba, sendo este utilizado na medicina popular no tratamento de verminoses por *Ascaris lumbricoides* (Carauta e Diaz, 2002). Apesar do gênero *Ficus* ser comumente associado à atividade vermífuga, um trabalho com seis espécies do gênero *Ficus*, incluindo *F. adhatodifolia*, constatou a forte ação antioxidante do extrato etanólico dessas seis espécies (Coelho, 2013). Em outro estudo com o extrato seco de folhas de *F. adhatodifolia* houve ação antibacteriana para diversas linhagens de *Salmonella typhimurium* (Silva, 2012). Além disso, foi demonstrado que o extrato seco das folhas de *F. adhatodifolia* apresenta potencial antioxidante, sendo mostrada uma correlação positiva entre esta atividade e a concentração de polifenóis totais (Silva, 2012).

A caracterização química dos compostos presentes na casca de *F. adhatodifolia* é imprescindível para a compreensão de suas propriedades farmacológicas, fato este que pode ser interligado ao uso na medicina popular.

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar histoquimicamente a casca do caule e realizar a prospecção fitoquímica dos extratos da casca e do látex de *F. adhatodifolia*. Para isto, alguns questionamentos foram levantados: a) Há outros sítios de síntese ou acúmulo de compostos secundários na casca do caule além dos laticíferos?

b) Quais são esses compostos secundários? c) A composição química dos extratos da casca e do látex é semelhante ou não? d) Qual a relação entre os compostos presentes na casca e o uso medicinal da espécie? e) Existe a possibilidade de equivalência no uso da casca ou do látex como droga vegetal?

Material e métodos

Avaliação histoquímica

A análise histoquímica foi realizada no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal, na Universidade Federal de Viçosa- MG (UFV).

Para análise histoquímica, amostras frescas da casca do caule de *Ficus adhatodifolia* foram seccionadas transversalmente em micrótomo de mesa. As secções foram submetidas aos seguintes reagentes: lugol (Jensen, 1962) para identificação de amido; floroglucina ácida (Johansen, 1940) para lignina; sudan IV (Johansen, 1940) para lipídios totais; reagente NADI (David e Carde 1964) para óleos essenciais e oleorresinas; cloreto férrico (Johansen, 1940) para fenólicos totais; Oil Red (Jayabalan e Shah 1986) para borracha, vanilina clorídrica (Mace e Howell, 1974) para taninos, cloreto de alumínio e acetato neutro de chumbo (Charrière-Ladreix, 1976) para flavonoides, e reagente de Wagner (Furr Mahlberg, 1981) para alcaloides.

Prospecção fitoquímica

A prospecção fitoquímica da casca e do látex foi realizada no Laboratório de Biodiversidade do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular (DBB) na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa/MG. Foi investigada a presença das seguintes classes de metabólitos secundários: antraquinonas, taninos, alcaloides, triterpenos, cumarinas, flavonoides e saponinas.

Secagem do material vegetal e obtenção dos extratos etanólicos

Os fragmentos da casca do caule de *F. adhatodifolia* foram coletados de indivíduos previamente identificados, localizados no Campus da UFV. Posteriormente, essa casca foi submetida ao processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C. A droga vegetal pulverizada foi obtida por meio de trituração em moinho de

facas. Até o processo de extração, a droga vegetal pulverizada foi armazenada em geladeira.

O extrato vegetal foi obtido a partir de 10 g da casca pulverizada em 100 mL de álcool etílico 95%. O extrato etanólico da casca foi obtido através da extração pelo processo de sonicação em Ultrassom (UltraCleaner 1600A). A relação droga vegetal/solvente foi de 1:10. Após esse procedimento o extrato etanólico foi filtrado com auxílio de papel de filtro e posteriormente concentrado em evaporador rotatório sob temperatura de 50 °C, com auxílio da bomba de vácuo, até completa remoção do solvente.

O látex foi coletado e armazenado em ultrafreezer a -80 °C e posteriormente liofilizado. Após este procedimento foram adicionados 50 mL de álcool etílico 95% em 1 g do látex liofilizado, levado ao ultrassom por 30 minutos e posteriormente evaporado em evaporador rotatório sob vácuo até a completa evaporação do solvente. Esses extratos foram utilizados para análises cromatográficas.

Análise cromatográfica

A análise cromatográfica foi realizada em cromatografia de camada delgada (CCD) utilizando cromatofolhas de alumínio UV_{254 nm} (Macherey-Nagel). Diferentes fases móveis foram utilizadas de acordo com a Tabela 1. A revelação das cromatofolhas foi realizada através da visualização das mudanças de coloração após a borrifação dos reveladores específicos para cada grupo de metabólito secundário. Para alguns grupos, foi preciso a exposição à luz UV 254 nm e, ou 365 nm, segundo a metodologia descrita por Wagner et al. (1984)

Tabela 1. Metabólitos secundários, fases móveis, reveladores e padrões de referência utilizados na prospecção fitoquímica do extrato etanólico da casca do caule e do látex de *Ficus adhatodifolia*.

Metabólito secundário	Fase móvel/revelador	Padrão de referência
Antraquinonas	Acetato de etila-metanol água (100:17:13)/ Borntraeger(KOH 5%)	1,8 Diidroxiantraquinona
Taninos	Tolueno-butanol-ácido acético-água (50:25:25:5)/ Barton	Ácido pirogálico
Alcaloides	Clorofórmico-metanol (1:1)/ Dragendorff	Quinina
Triterpenos	Diclorometano/Lieberman- Burchard	β -Sisterol
Cumarinas	Éter etílico-tolueno (1:1)/ KOH 5%	Benzopirona
Flavonoides	Acetato-de-etila-ácido- fórmico-ácido-acético-água (55:5:5:12)/ NP-PEG	Rutina
Saponinas	Clorofórmio-metanol-água (64:50:10)/Vanilina + 1% em etanol + ácido sulfúrico 5% etanol	18-b-glicirretínico

Resultados

Estrutura geral da casca

Ficus adhatodifolia apresenta a casca do caule com textura lisa e de cor acinzentada. Do ponto de vista anatômico, a casca do caule é composta pelo floema secundário e pela periderme, além de compreender tecidos corticais primários remanescentes. Observa-se a presença de laticíferos não-articulados e ramificados.

Análise histoquímica

Todos os testes histoquímicos realizados revelaram que os metabólitos secundários estão presentes apenas nos laticíferos, e não nas demais células e tecidos que compõem a casca (Tabela 2 e Figura 1). Entre os compostos identificados no látex contido nos laticíferos estão os lipídios, borracha, terpenoides e alcaloides. Metabólitos primários, como amido, encontram-se nas células parenquimáticas do córtex e do floema secundário. Não foram encontrados compostos fenólicos como flavonoides e taninos (Tabela 2).

Tabela 2. Testes histoquímicos aplicados à casca do caule de *Ficus adhatodifolia*.

	Grupo de metabólito	Teste aplicado	Casca	
			Laticíferos	Demais regiões
Lipídios	Lipídios totais	Sudan IV	+	-
Polissacarídeos	Amido	Lugol	-	+
	Pectina	Corifosfina	-	-
Terpenoides	Óleos essenciais e Óleoresina	Reagente NADI	+	-
	Borracha	Oil Red	+	-
Compostos fenólicos	Compostos Fenólicos totais	Cloreto férrico III	-	-
	Taninos	Vanilina clorídrica	-	-
Flavonoides	Flavonoides	Cloreto de alumínio e acetato neutro de chumbo	-	-
Alcaloides	Alcaloides	Reagente de Wagner	+	-

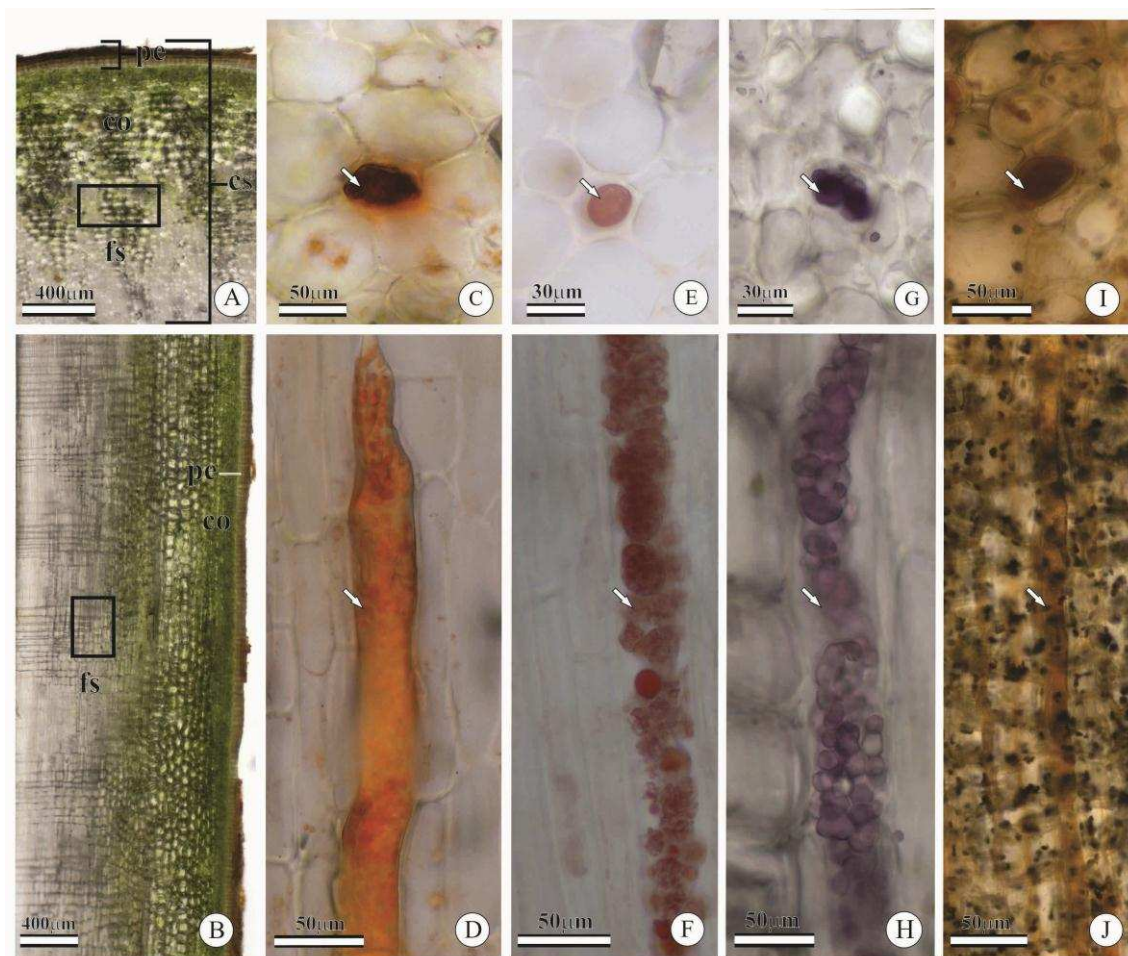


Figura 1. Secções transversais (A,C,E,G,I) e longitudinais (B,D,F,H,J) da casca do caule de *Ficus adhatodifolia* submetidas a testes histoquímicos. A-B, material fresco (branco). C-J, áreas delimitadas em A e B onde são encontrados os laticíferos. C-D, Sudan IV; coloração alaranjada indica a presença de lipídios. E-F, oil red; coloração vermelha indica a presença de borracha. G-H, reagente NADl; coloração arroxeadada indica terpenoides. I-J, reagente de Wagner; coloração castanho avermelhado indica a presença de alcaloides. (co) córtex, (fs) floema secundário, (pe) periderme, setas indicam laticíferos.

Análise fitoquímica

O extrato etanólico da casca do caule de *Ficus adhatodifolia* é inodoro, possui coloração esverdeada e após a evaporação do solvente apresenta 0,0967 g de rendimento. O extrato etanólico do látex também é inodoro, porém de coloração esbranquiçada, apresentando 0,0624 g de rendimento.

O extrato da casca e o extrato do látex apresentam composição química semelhante na prospecção fitoquímica realizada. Ambos os extratos revelam a presença

de taninos, triterpenos, cumarinas e saponinas (Tabela 3 e Figura 2). Na prospecção fitoquímica dos extratos da casca e do látex não foram evidenciados antraquinonas, alcaloides e flavonoides.

Tabela 3. Prospecção fitoquímica por cromatografia de camada delgada dos extratos etanólicos da casca do caule e do látex de *Ficus adhatodifolia*.

Classe de metabólitos	Extrato etanólico da casca	Extrato etanólico do látex
Antraquinonas	-	-
Taninos	+	+
Alcaloides	-	-
Triterpenos	+	+
Cumarinas	+	+
Flavonoides	-	-
Saponinas	+	+

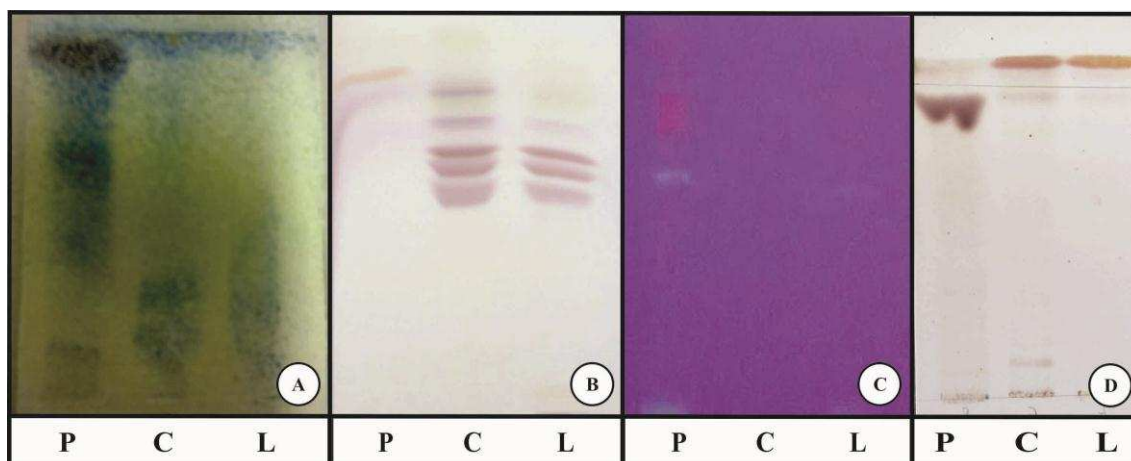


Figura 2. Cromatografia por camada delgada do extrato etanólico da casca do caule e do extrato etanólico do látex de *Ficus adhatodifolia*. A, manchas azuis indicam a presença de taninos. B, manchas arrouxeadas indicam a presença de saponinas. C, manchas com fluorescência azul sob luz UV_{254 nm} indicam a presença de cumarinas. D, manchas cinzas indicam a presença de triterpenos. P, padrão ; C, casca ; L, látex.

Discussão

Os compostos secundários identificados nos extratos etanólicos da casca e do látex de *Ficus adhatodifolia* foram os mesmos, como lipídio, borracha, tanino, cumarina, saponina e triterpenos. A análise histoquímica revelou que os principais compostos secundários encontram-se restritos aos laticíferos presentes na casca, e não nas demais células dessa região. A diferença de resultados entre a análise fitoquímica e a análise histoquímica referente à presença de taninos, alcaloides, cumarinas e saponinas pode estar relacionada à diferença de sensibilidade entre as técnicas utilizadas e a disponibilidade de protocolos histoquímicos para alguns compostos (saponinas e cumarinas).

Os laticíferos são sítios de síntese e acúmulo do látex, este geralmente possui uma composição química variada podendo conter, por exemplo, taninos, terpenoides, alcaloides, cumarinas, saponinas entre outros compostos que também já foram encontrados em outras espécies de *Ficus* (Ahmad, et al. 2011; Agrawal e Konno, 2009).

Entre os compostos secundários presentes em *Ficus adhatodifolia*, os taninos foram identificados apenas na prospecção fitoquímica, mas não na análise histoquímica. O teste histoquímico para taninos (vanilina clorídrica) é específico para proantocianidina ou tanino condensado, caso haja a presença de taninos hidrolisáveis a

vanilina clorídrica não detecta, somente o revelador utilizado na CCD. Os taninos são classificados como substâncias fenólicas solúveis em água com massa molecular de 500 a 3.000 (Da) (Simões et al. 2004). Os taninos encontrados na casca de *F. adhatodifolia* podem estar associados com sua propriedade vermífuga uma vez que esses compostos possuem capacidade de ligar-se a glicoproteínas presente na cutícula do parasita helminto levando-o a morte (Padmavathi et al. 2011). Em *F. racemosa* foi constatado que a presença desse composto no extrato da casca do caule está relacionada com a atividade anti-diarréica (Veerapur et al. 2007). Taninos presentes no extrato da casca do caule de *F. sycomurus* atribuem a essa espécie potencial antibacteriano (Sandabe et al. 2006). O látex de *F. religiosa*, *F. elastica* e *F. bengalensis* possui altas quantidades de taninos, os quais podem ser responsáveis pela ação anti-helmíntica das três espécies (Hari et al. 2011).

Na composição química do látex de *F. adhatodifolia* foram detectados terpenoides, os quais apresentam uma grande variedade de substâncias encontradas nos vegetais (Simões et al. 2004). Os terpenos são compostos que apresentam propriedades anti-inflamatória e antioxidante, além da ação anti-séptica, inibindo o crescimento de várias bactérias e fungos (Vinholes et al. 2014). No gênero *Ficus*, a ocorrência de terpenoides já foi relatada no extrato da folha de *F. adhatodifolia* (Coelho, 2013) e no caule de *F. septica*, que é utilizado no tratamento de resfriados, febre, doenças fúngicas e bacterianas (Kuo et al. 2002). A presença de triterpenoides no extrato hexânico das folhas e rizomas de cinco espécies da família *Moraceae* foi correlacionada a propriedade antiofídica dessas espécies Vilegas et al. (1997). A atividade anti-helmíntica de *F. bengalensis* foi atribuída aos terpenoides encontrados na raiz (Ahmad et al. 2011).

Cumarinas apresentam ampla distribuição no reino vegetal, são lactonas do ácido-hidróxi-cinâmico (Simões et al. 2004). A família *Moraceae* está entre as mais citadas em possuir este composto (Simões et al. 2004; Leite et al. 2009). No extrato da casca da raiz de *F. nervosa* há piranocumarina, que está associada com a atividade antibacteriana (Chen et al. 2010). Foram relatadas duas novas cumarinas isoladas do extrato da casca raiz de *Brosimum gaudichaudii* (*Moraceae*), conhecida popularmente como mama-cadela, usada no tratamento de vitiligo, doença de pele (Vilegas e Pozetti, 1993). O látex de *Treculia obovoide*, outra *Moraceae*, pode ser utilizado para a fabricação de novas drogas com ação antifúngica e antibacteriana, devido aos cinco tipos de cumarinas isoladas do extrato metanólico do látex (Kuethe et al., 2007).

As saponinas são glicosídeos de esteroides ou de terpenos policíclicos, e apresentam alta massa molecular de 600 a 2.000 (Da) (Simões et al. 2004). Esses compostos encontrados nas raízes de *F. bengalensis* atribuem a essa espécie propriedade anti-helmíntica (Ahmad et al. 2011).

Os alcaloides são compostos nitrogenados e farmacologicamente ativos, tendo seu uso desde as primeiras civilizações (Simões, 2004). Alcaloides podem estar presentes em *F. adhatodifolia*, mas apresentar baixa polaridade e, dessa forma, o solvente utilizado na CCD (etanol 95%) não teria sido capaz de extraí-lo. Existem espécies que são utilizadas no tratamento de doenças devido à presença de alcaloides em diferentes regiões da planta. A casca de *Cinchona officinalis* (Rubiaceae), por exemplo, é utilizada no tratamento de malária devido à presença do alcaloide quinina (Kutchan, 1995). A atividade anti-helmíntica também é atribuída aos alcalóides, como a paraherquamida, que é um potente nematodocida (Gill e Lacey, 1993).

A análise histoquímica e a prospecção fitoquímica são necessárias para se conhecer e caracterizar a droga vegetal, pois fornece dados sobre o potencial farmacológico da espécie.

Conclusão

Os mesmos compostos secundários foram identificados nos extratos etanólicos da casca e do látex de *Ficus adhatodifolia*, como lipídios, borracha, taninos, cumarinas, saponinas e triterpenos. Porém, os compostos secundários identificados estão localizados apenas nos laticíferos presentes na casca, e não nas demais células dessa região.

O uso medicinal da espécie e seu potencial farmacológico devem estar associados ao conteúdo dos laticíferos da casca e ao próprio látex, considerado neste trabalho como a droga vegetal. Porém, se a casca desta espécie também for considerada como droga vegetal, poderá conter pequena quantidade de compostos secundários, pois o látex pode estar totalmente extravasado. Diante dos resultados obtidos, sugere-se que o potencial farmacológico da espécie seja avaliado.

Referências bibliográficas

- Agrawal, A.A., Konno, K., 2009. Latex: A model for understanding mechanisms, ecology, and evolution of plant defense against herbivory. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 40, 311–31.
- Ahmad, S., Rao, H., Akhtar, M., Ahmad, I., Munawar, M., Hayat, Z., Rahman, N., 2011. Phytochemical composition and pharmacological prospectus of *Ficus bengalensis* Linn. (Moraceae). *J. Med. Plants. Res.* 5, 6393-6400.
- Annan, K., Houghtonb, P.J., 2008. Antibacterial, antioxidant and fibroblast growth stimulation of aqueous extracts of *Ficus asperifolia* Miq. and *Gossypium arboreum* L., wound-healing plants of Ghan. *J. Ethnopharmacol.* 119, 141–144.
- Arunachalam, K., Parimelazhagan, T., 2013. Anti-inflammatory, wound healing and in-vivo antioxidant properties of the leaves of *Ficus amplissima* Smith. *J. Ethnopharmacol.* 145, 139–145.
- Carauta, J.P.P., DIAZ, B.E., 2002. *Figueiras no Brasil*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ. p. 212.
- Charriere-Ladriex, Y., 1976. Repartition intracellulaire du sécrétat flavonique de *Populus nigra* L. *PL.* 129,167-174.
- Chen, L., Cheng, M., Pengc, C., Chen, I., 2010. Secondary metabolites and antimycobacterial activities from the roots of *Ficus nervosa*. *Chem. Biodivers.* 7, 1841-1821.
- Coelho, V.P.M., 2013. Anatomia foliar, prospecção fitoquímica, e da atividade antioxidante de extratos de *Ficus* subgênero *Pharmacosyceae* (Miq.) Miq. (Moraceae). Tese (Programa de Pós-graduação em Botânica), Universidade Federal de Viçosa-MG.
- David, R., Carde, J.P., 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du Pin maritime au moyen du reactif Nadi. *C.R. Academy of Science Paris.* 258, 1338-1340.
- Evert, R.F., 2006. *Esau's Plant Anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development*. terceira edição. New Jersey/Canada, John Wiley & Sons, Inc. p. 427.
- Farías, F.R., Williamson J. S., Rodríguez, S. V., Angeles, G., Portugal V.O., 2009. Bark anatomy in *Croton draco* var. *Draco* (Euphorbiaceae). *Am. J. Bot.* 96, 2155–2167.
- Furr M., Mahlberg P.G., 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *J. nat. prod.* 44, 153-159.
- Gill, J.H., Lacey, E., 1993. In vitro activity of paraherquamide against the free-living stages of *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* and *Ostertagia circumcincta*. *Int. J. Parasitol.* 23, 375-381.

- Hari, B.N.V., Kumar, P.S., Devi, D.R., 2011. Comparative in-vitro anthelmintic activity of the latex of *Ficus religiosa*, *Ficus elastica* and *Ficus bengalensis*. *J. Phytol.* 3, 26-30.
- Jayabalan, M., Shahj, J.J., 1986. Histochemical techniques to localize rubber in situ in guayule (*Parthenium argentatum* Gray). *Stain. Technol.* 61, 303-308.
- Jensen, W.A., 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco, WH Freeman & Co. p. 408.
- Johansen, D.A., 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York. p. 90.
- Kuete, V., Nanab, F., Ngamenic, B., Mbavengd, A. T., Keumedjio, F., Ngadjuib, B. T., 2009. Antimicrobial activity of the crude extract, fractions and compounds from stem bark of *Ficus ovate* (Moraceae). *J. Ethnopharmacol.* 124, 556–561.
- Kuete, V., Ngamenib B., Simoc, C.C. F., R. Tankeuc, K.B., Ngadjuib, T., Meyer, J.J.M., Lalln., Kuatea, J.R., 2008. Antimicrobial activity of the crude extracts and compounds from *Ficus chlamydocarpa* and *Ficus cordata* (Moraceae). *J Ethnopharmacol.* 120, 17–24.
- Kutchan, T., 1995. Alkaloids biosynthesis-the basis for metabolic engineering of medicinal plants. *Plant Cell.* 7, 1059-1070.
- Leite, J.P.V., 2009. *Fitoterapia: Bases Científicas e Tecnológicas*. 1ª ed: Atheneu. p. 328.
- Mace, M.E., Howell, C.R., 1974. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. *Can. J. Bot.* 52, 2423-2426.
- Metcalf, C.R., Chalk, L., 1950. *Anatomy of the dicotyledons: leaves stem and wood in relation to taxonomy with notes economic uses*. Clarendon Press, Oxford.
- Motta, L.B., Furlan, C.M., Santos, D.Y.A.C., Salatino, M.L.F., Duarte-Almeida, J.M., Negri, G., Carvalho, J.E., Ruiz, A.L.T.G., Cordeiro, I., Salatino, A., 2010. Constituents and antiproliferative activity of extracts from leaves of *Croton macrobothrys*. *Braz. J. Pharmacogn.* 21, 972-977.
- Oliveira, A.P., Silva, L.R., Ferreres, F., Pinho, P.G., Valentão P., Silva, B.M., Pereira, J.A., Andrade, P.B., 2010. Chemical assessment and in vitro antioxidant capacity of *Ficus carica* latex. *J. Agric. Food. Chem.*, 58, 3393–3398.
- Padilha, M.M., Moreira, L.Q., Morais, F.F., Araujo, T.H., Alves-da-Silva, G., 2010. Estudo farmacobotânico das folhas de amoreira-preta, *Morus nigra* L., Moraceae. *Braz. J. Pharmacogn.* 20, 621-626.
- Pina, E.M.L., Araújo, F.W.C., Souza, I.A., Bastos, I.V.G.A., Silva, T.G., Nascimento, S.C., Militão, G.C.G., Soares, L.A.L., Xavier, H.S., Melo, S.J., 2012. Pharmacological screening and acute toxicity of bark roots of *Guettarda platypoda*. *Rev. Bras. Farmacogn.* 22, 1315-1322.

- Reschke, A., Marques, L.M., Mayworm, M.A.S., 2007. Atividade antibacteriana de *Ficus benjamina* L. (Moraceae). *Rev. Bras. Pl. Med.* 9, 67-70.
- Rodrigues, T.M., Machado, S.R., 2009. Developmental and structural features of secretory canals in root and shoot wood of *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae–Caesalpinioideae). *Trees.* 23, 1013–1018.
- Sandabe, U.K., Onyeyili, P.A., Chibuzo, G.A., 2006. Phytochemical screening and effect of aqueous extract of *Ficus sycomorus* L. (Moraceae) stem bark on muscular activity in laboratory animals. *J. Ethnopharmacol.* 104, 283-285.
- Shi, Y., Fukai, T., Sakagami, H., Chang W., Yang P., Wang F., Nomura, T., 2001. Cytotoxic Flavonoids with Isoprenoid Groups from *Morus mongolica*. *J. Nat. Prod.* 64,181-188.
- Shukla, R., Gupta, S., Gambhir, J.K., Prabhu, K.M., Murthy, P.S., 2004. Antioxidant effect of aqueous extract of the bark of *Ficus bengalensis* in hypercholesterolaemic rabbits. *J. Ethnopharmacol.* 92, 47-51.
- Silva, H.R.V., 2012. Avaliação das ações mutagênica, genotóxica, antioxidante e prospecção fitoquímica de figueiras brasileiras - *Ficus* subg. *Pharmacosycea* (Miq.) Miq. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola), Universidade Federal de Viçosa-MG.
- Silva, O.M., Leite, D.S., Bernardes, L.A., Paiva, J.G.A. Morphology, anatomy and histochemistry of the leaves of *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae). *Bol. latinoam. Caribe plantas med. aromát.* 10, 56- 66.
- Simões, C.M.O., 2004. Farmacognosia da planta ao medicamento. Sexta edição: UFSC. p. 1102.
- Singh, R. K., Mehta, S., Jaiswal, D., Rai, P. K., Watal, G., 2009. Antidiabetic effect of *Ficus bengalensis* aerial roots in experimental animals. *J. Ethnopharmacol.* 123, 110-114.
- Solereder, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons. Oxford: Clarendon Press. 1182p.
- Veerapur, V. P., Prabhakar, K. R., Parihar, V.K., Kandadi, M. R., Ramakrishana, S., Mishra, B., Rao B.S.S., Srinivasan, K.K., Priyadarsini, K.I., Unnikrishna, M.K., 2009. *Ficus racemosa* stem bark extract: a potent antioxidant and a probable natural radioprotector. *eCAM* 6, 317–324.
- Velayutham, K., Rahuman, A.A., Rajakumar, G., Roopan, S.M., Elango, G., Kamaraj, C., Marimuthu, S., Santhoshkumar, T., Iyappan, M., Siva, C., 2013. Larvicidal activity of green synthesized silver nanoparticles using bark aqueous extract of *Ficus racemosa* against *Culex quinquefasciatus* and *Culex gelidus*. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 95-101.

Vilegas, J.H.Y., Lançasa, F.M., Vilegasb, W., Pozettib, G.L., 1997. Further triterpenes, steroids and furocoumarins from brazilian medicinal plants of *Dorstenia* genus (Moraceae). *J. Braz. Chem. Soc.* 8, 529-535.

Vilegas, W., Pozetti, G. L., 1993. Coumarins from *Brosimum gaudichaudii*. *J. Nat. Prod.* 36, 416-417.

Vinholes, J., Rudnitskaya, A., Gonçalves, P., Martel, F., Coimbra, M.A., Rocha, S.M., 2014. Hepatoprotection of sesquiterpenoids: a quantitative structure–activity. relationship (QSAR) approach. *Food Chem.* 146, 78–84.

Wagner, H., Bladt, S., Zgainski, E.N., 1984. *Plant drug analysis*. Springer-Verlag. Berlin. p. 320.

CONCLUSÕES GERAIS

A casca do caule e a casca da raiz de *F. adhatodifolia* apresentam pequenas diferenças estruturais decorrentes de diferenças na origem dos meristemas secundários. A casca do caule apresenta periderme, seguida de tecidos corticais primários remanescentes e floema secundário internamente. Já a casca da raiz não apresenta tecidos primários remanescentes entre a periderme e o floema secundário.

Laticíferos são abundantes na casca de *F. adhatodifolia* e se originam nos ápices de raiz e de parte aérea, classificados como não-articulados ramificados.

Os mesmos compostos secundários foram identificados nos extratos etanólicos da casca e do látex de *Ficus adhatodifolia*, como lipídios, borracha, taninos, cumarinas, saponinas e triterpenos. O uso medicinal da espécie e seu potencial farmacológico devem estar associados aos compostos secundários identificados, que estão presentes apenas na secreção dos laticíferos da casca, e não nas demais células dessa região. Portanto, a casca (que contem laticíferos) ou apenas o látex desta espécie poderiam ser considerados como droga vegetal.

O presente estudo caracteriza a droga vegetal e seu potencial químico, mas a espécie ainda deve ser estudada sob o ponto de vista farmacológico para fornecer segurança e eficácia no seu uso terapêutico.