

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

ANTONIA GÉSSICA NASCIMENTO DOS SANTOS

ESTRUTURAS SECRETORAS DO GÊNERO *Jatropha* L. (Euphorbiaceae)

CRUZ DAS ALMAS, 2020

ANTONIA GÉSSICA NASCIMENTO DOS SANTOS

ESTRUTURAS SECRETORAS DO GÊNERO *Jatropha* L. (Euphorbiaceae)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Bacharelado em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Biologia, sob a orientação do Prof. Dr. Fabiano Machado Martins

CRUZ DAS ALMAS, 2020

ANTONIA GÉSSICA NASCIMENTO DOS SANTOS

ESTRUTURAS SECRETORAS DO GÊNERO *Jatropha* L. (Euphorbiaceae)

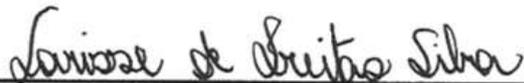
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fabiano Machado Martins
(orientador)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)



Prof. Dr. Marcio Lacerda Lopes Martins
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)



Prof. Dra. Larisse de Freitas Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

CRUZ DAS ALMAS

Novembro, 2020

Aos que estiveram comigo até aqui, em
especial à minha mãe.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo a Deus por ter me dado forças e uma nova chance de viver, para que assim eu conseguisse vencer mais uma vez.

Sou extremamente grata a todos que estiveram comigo em todos esses anos de graduação, vocês me ajudaram a crescer.

Aos meus pais, em especial, a minha mãe, que nunca me desamparou desde o primeiro dia até hoje, sempre me apoiou, me deu forças, e fez todo o possível para que eu chegasse até aqui, nós sabemos como foi difícil todos esses anos, mas conseguimos!

À minha família, minha irmã, tios(as), primos(as), avós Lurdes e Rita, que não permitiram que eu desistisse dos meus sonhos e me amparam no momento mais difícil dessa jornada, que foi o trancamento do curso. Ao meu avô Antonio e avô Gilberto (*In memoriam*).

Aos meus amigos de dentro e fora da UFRB, em especial, às fofinhas que foram minhas primeiras amigas na academia e compartilhamos experiências inesquecíveis. Aos amigos da trupe viajante que fizeram parte de um momento muito marcante na minha vida, que me orgulha muito e estão sempre disponíveis para conversarmos e crescermos juntos. Aos meus colegas da turma, ao Diretório Acadêmico Resiliência, ao Coletivo MAZÉ, aos veteranos que se tornaram amigos, às meninas da República onde vivemos momentos lindos, meu muito obrigada.

Ao meu namorado e melhor amigo, a pessoa que mais me deu carinho e um ombro para chorar, que vibra comigo a cada conquista dentro e fora da UFRB, que mais me encoraja e nos meus piores momentos provou que estava ali disposto a me levantar de novo, obrigada por tudo, Vitu.

Aos queridos professores, minha gratidão por tanta dedicação, disponibilidade e amor ao nos ensinar, vocês são donos da minha mais profunda admiração, em especial à professora e amiga Naíris Lima.

Ao meu orientador Dr. Fabiano Martins, que me aceitou em seu laboratório no começo do curso e me desafiava a ser cada vez melhor, sempre esteve disponível e paciente para me ensinar, me ouvir e me dar todo apoio para que eu seguisse firme. Obrigada, professor!

Aos colegas do Laboratório de Anatomia e Histoquímica Vegetal por compartilhar conhecimento.

Obrigada à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia por me permitir estudar, aprender e viver as melhores experiências, obrigada por me apresentar tantas pessoas maravilhosas.

À PROPAAE pelo auxílio, que me permitiu continuar os estudos.

Ao CNPq e FAPESB pelas bolsas de iniciação científica, que foram importantíssimas para minha formação como pesquisadora.

Enfim, minha gratidão a todos vocês.

SANTOS, Antonia Géssica Nascimento dos. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Novembro, 2020. **Estruturas secretoras do gênero *Jatropha* L. (Euphorbiaceae).**
Orientador: Dr. Fabiano Machado Martins

RESUMO

A família Euphorbiaceae possui características anatômicas marcantes que agregam importante valor taxonômico, por exemplo, as estruturas secretoras comumente encontradas, tais como tricomas, coléteres e laticíferos. Essa família é bem representada em todas as regiões do Brasil, inclusive na Bahia, com cerca de 329 espécies. O gênero *Jatropha* possui cerca de 170 espécies distribuídas em vários continentes, ocupando o 5º lugar no que diz respeito à representatividade. Esse gênero vem se destacando e mostrando que há um crescente interesse para os estudos científicos acerca desse grupo. *Jatropha curcas* L. merece destaque no gênero devido à produção de óleo em sua semente, que é usado na produção de biodiesel. O objetivo desse trabalho foi descrever as estruturas secretoras de *J. curcas*, *J. gossypifolia*, *J. martiusii* e *J. mollissima*, e caracterizar as secreções produzidas por elas. As espécies foram coletadas nos municípios de Santa Teresinha – BA e Cruz das Almas – BA. As amostras foram submetidas à fixação, desidratação, inclusão em parafina, coradas e por fim foram montadas lâminas com o material. Uma parte das amostras foram fixadas para obtenção de imagens no microscópio eletrônico de varredura. Para a histoquímica foi utilizado o protocolo de testes histoquímicos seguindo a recomendação de cada autor. Todas as espécies apresentaram laticíferos anastomosados. A presença de coléter evidenciado por testes histoquímicos é uma característica distintiva para *Jatropha gossypifolia*. As espécies compartilham a presença de compostos fenólicos, proteínas, lipídios e polissacarídeos e ausência de taninos e amido. *Jatropha gossypifolia* é a única a não apresentar borracha e apresentar alcalóides. Os dados obtidos neste trabalho, acerca das substâncias químicas das espécies e a localização das estruturas que as secretam, poderão subsidiar estudos na medicina popular, farmacologia, taxonomia e ecologia, contribuindo também para a caracterização anatômica e histoquímica em outras espécies, gêneros ou famílias de Angiospermas.

Palavras-chave: Estruturas secretoras. Histoquímica. Substâncias químicas

SANTOS, Antonia Géssica Nascimento dos. Federal University of Recôncavo da Bahia, November 2020. **Secretary structures of the genus *Jatropha* L. (Euphorbiaceae)**. Advisor: Dr. Fabiano Machado Martins

ABSTRACT

The Euphorbiaceae family has outstanding anatomical characteristics that add important taxonomic value, for example, the secretory structures commonly found, such as trichomes, colleters and dairy products. This family is well represented in all regions of Brazil, including Bahia, with around 329 species. The genus *Jatropha* has about 170 species distributed in several continents, occupying the 5th place in terms of representativeness. This genre has been standing and showing that there is a growing interest for the relative scientific studies of this group. *Jatropha curcas* L. deserves prominence in the genus due to the production of oil in its seed, which is used in the production of biodiesel. The aim of this work was to describe the secretory structures of four *J. curcas*, *J. gossypifolia*, *J. martiusii*, *J. mollissima*, and to characterize the secretions produced by them. The species were collected in the cities of Santa Teresinha - BA and Cruz das Almas - BA. The samples were submitted to fixation, serial dehydration of butyl alcohol, paraffin inclusion, stained and finally slides were assembled with the material. Part of the samples were fixed to obtain images in the scanning electron microscope. For histochemistry was used the histochemical tests protocol following the recommendation of each author. All species of anastomosed laticifers. The presence of a colleter evidenced by histochemical tests is a distinctive characteristic for *Jatropha gossypifolia*. The species share the presence of phenolic compounds, proteins, lipids and polysaccharides and the absence of tannins and starch. *Jatropha gossypifolia* is the only one without rubber and with alkaloids. The data obtained in this work, about the chemical substances of the species and the location of the structures that secrete them, may subsidize studies in popular medicine, pharmacology, taxonomy and ecology, also contributing to the anatomical and histochemical characterization in other species, genera or families of Angiosperms .

Keywords: Chemical substances, Histochemistry. Secretary structures.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. FIGURA 1. Secção longitudinal da folha na região do pecíolo evidenciando os laticíferos.

FIGURA 2. Diversidade de laticíferos nas folhas e ápice vegetativo de *Jatropha gossypifolia*.

FIGURA 3. Secção transversal da folha na região do pecíolo evidenciando os laticíferos.

FIGURA 4. Secção transversal da folha na região da nervura central e feixe vascular evidenciando os laticíferos.

FIGURA 5. Secção transversal do mesofilo foliar evidenciando os laticíferos.

FIGURA 6. Tricomas secretores/coléter nas folhas, brácteas e ápice vegetativo de *Jatropha gossypifolia*.

FIGURA 7. Caracterização histoquímica *Jatropha martiusii*.

FIGURA 8. Caracterização histoquímica *Jatropha mollissima*.

FIGURA 9. Caracterização histoquímica *Jatropha gossypifolia*.

FIGURA 10. Caracterização histoquímica *Jatropha curcas*.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Testes histoquímicos realizados para detecção de metabólitos presentes nos laticíferos de *Jatropha curcas*, *Jatropha gossypifolia*, *Jatropha martiusii* e *Jatropha mollissima*.

TABELA 2. Resultados comparativos dos testes histoquímicos *Jatropha curcas*, *Jatropha gossypifolia*, *Jatropha martiusii* e *Jatropha mollissima*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Gênero <i>Jatropha</i> L.....	1
2. OBJETIVO.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
3.1. Coleta e execução	4
3.2. Preparação para descrição anatômica.	4
3.3. Microscopia Eletrônica de Varredura	5
3.4. Histoquímica	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae, inserida na ordem Malpighiales Juss, é representada por 240 gêneros e 6.300 espécies (WURDACK & DAVIS, 2009) e ocorre em todas as regiões do Brasil. No país ocorrem 65 gêneros, 981 espécies, sendo 627 endêmicas, 30 subespécies, 14 variedades, que se apresentam de diversas formas de vida, como arbusto, árvore, erva, liana, volúvel, trepadeira ou subarbusto, no estado da Bahia ocorrem cerca de 40 gêneros e 329 espécies (FLORA DO BRASIL 2020 em construção, 2020).

Euphorbiaceae possui características anatômicas bem definidas, como diversos tipos de estruturas secretoras, tais como, tricomas variados que podem ser glandulares ou tectores, coléteres, laticíferos, nectários extraflorais que são comumente encontrados nos diferentes gêneros ou espécies, entre outras células de secreção (METCALFE; CHALK, 1950).

A morfologia clássica da família ainda apresenta lacunas relevantes, contudo, estudos apurados que envolvem taxonomia, filogenia molecular, fitoquímica, botânica econômica e anatomia, estão sendo produzidos (MENDES, 2018).

Essa família possui grande importância econômica, devido à produção de látex e óleo presente em diversas partes da planta. Esse grupo possui espécies já conhecidas pelo seu uso, por exemplo, *Croton tetradenius* Baill., conhecida como “velaminho-da-serra” é utilizada como inseticida, *Manihot esculenta* Crantz, popularmente chamada de mandioca que é empregada na alimentação humana, *Ricinus communis* L. a mamona, é usada na produção de biodiesel e várias outras espécies são aplicadas na medicina popular, contudo, apesar de sua popularidade no Brasil, algumas espécies da família ainda não foram estudadas quanto a sua ecologia, tampouco sua caracterização anatômica e composição química (TRINDADE, 2014).

Para estudar os vegetais e suas potencialidades é importante conhecer sua fisiologia, morfologia e anatomia, assim será possível entender o comportamento e desenvolvimento em meio às condições ambientais, a identificação do seu ciclo biológico e determinar sua atividade metabólica, bem como sua toxicidade (VIRGENS, 2017).

1.1. Gênero *Jatropha* L.

Jatropha L. pertence à subfamília Crotonoideae e destaca-se com cerca de 170 espécies amplamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais (MARIZ, 2007; WEBSTER, 2014). O Brasil possui 18 espécies que apresentam-se como árvores, ervas, arbustos e subarbustos (*Jatropha* in FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2020).

Apesar de já serem conhecidas pela sua toxicidade e irritabilidade, as espécies de *Jatropha* possuem propriedades que vêm se mostrando interessantes para os estudos científicos (HIROTA, 2010; COSTA, 2014). O gênero apresenta-se no 5º lugar no que diz respeito à representatividade entre as Euphorbiaceae, entretanto, a espécie que mais se destaca no mundo é *J. curcas*, devido ao teor de óleo em sua semente que pode chegar a 38%, mostrando-se potencialmente eficiente na produção de biodiesel, o que interessa a países como EUA, Japão, China e Canadá (PEREIRA, 2015).

Apesar de já serem conhecidas pela sua toxicidade e irritabilidade, as espécies de *Jatropha* possuem propriedades que vêm se mostrando interessantes para os estudos científicos (HIROTA, 2010; COSTA, 2014), entretanto, ainda que esteja evidente a importância do gênero, apenas algumas espécies foram caracterizadas e avaliadas quimicamente (CAVALCANTE, 2020). Segundo Pereira (2015), o Brasil possui 17 artigos publicados na área de biotecnologia do *Jatropha* e, a partir de 2006, o número de patentes nessa área aumentou, mostrando que há um crescente interesse sobre o gênero. Este autor ainda destaca a importância de se conhecer a natureza do material secretado pelas espécies desse gênero, bem como as partes da planta que as secretam, como sementes, folhas e raízes.

Jatropha gossypifolia L. é conhecida popularmente como “pinhão-roxo” ou “pião-roxo” e está geograficamente distribuída em todas as regiões, sendo o Norte do Brasil a região com ocorrência mais restrita dessa espécie, registrada em seis estados na forma de erva, arbusto ou subarbusto em vegetações distintas (CORDEIRO, 2015). Segundo Mariz (2007), *J. gossypifolia* é bastante utilizada para fins ornamentais e na medicina popular, pois possui uma ampla diversidade de componentes químicos que vêm sendo estudados para a elucidação dos seus efeitos biológicos. Em comunidades indígenas sua raiz é indicada para o tratamento de malária (COUTINHO, 2002).

Jatropha curcas L., conhecida como “pinhão-mansão”, está presente em áreas de vegetações antrópicas em todas as regiões do país, com maior ocorrência na região Norte (CORDEIRO, 2015). Essa espécie possui forma de vida arbustiva e é utilizada como cercas vivas devido à composição do seu látex, como fixadores de dunas, na fabricação de tintas e sabão, na medicina popular, onde o látex é usado como purgante e cicatrizante, na produção de biodiesel, além de ser produtora de bioativos com propriedades inseticidas (CORDEIRO, 2015; DE ARRUDA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2012; PEIXOTO, 1973; VIRGENS et al., 2017; BESERRA et al., 2014). A toxicidade dessa planta, principalmente em suas sementes é

atribuída ao óleo, que possui o éster de forbol, um composto irritante e tóxico e a uma proteína tóxica, denominada curcina que é classificada como Proteína de Inativação de Ribossomos (RIPs) do tipo I (VIRGENS et al., 2017).

Jatropha martiusii (Pohl) Baill., é endêmica e nativa do Brasil, entretanto, sua ocorrência foi registrada apenas na região nordeste, especificamente no estado da Bahia (CORDEIRO, 2015). Para Moreira (2020) essa espécie possui características atrativas para uso ornamental e pode ser reconhecida pelas glândulas nas brácteas e sépalas e pelas estípulas fimbriadas glandulares.

Jatropha mollissima (Pohl) Baill., que é conhecida como “pinhão-bravo” e sua ocorrência foi registrada no Norte, Sudeste, Centro-oeste e Nordeste com ocorrência em oito estados, apresenta-se como árvore ou arbusto e é nativa do Brasil podendo ser encontrada em áreas antrópicas, caatinga (*stricto sensu*) e cerrado (*lato sensu*) (CORDEIRO, 2015). Essa espécie apresenta potencial antimicrobiano (BRAQUEHAIS, 2016; DE QUEIROZ NETO et al., 2019), além do potencial ornamental destacado por Moreira (2020).

A anatomia vegetal é uma ferramenta essencial para resolução de problemas estruturais e fisiológicos em diversas pesquisas na botânica moderna, além de permitir um conhecimento mais aprofundado e preciso de substâncias químicas (CUTLER et al., 2009).

O material secretado pelos vegetais são sintetizadas ou acumuladas em células especializadas chamadas de células secretoras que compõem estruturas secretoras altamente diferenciadas. Essas estruturas podem ser externas, como no caso dos coléteres que são tricomas multicelulares, glândulas vascularizadas ou emergências que secretam mucilagem para o ambiente externo, ou internas como no caso dos laticíferos que mantêm o látex dentro da planta (RIO, 2002; FAHN, 1982; ASCENSÃO, 2007; CARDOSO, 2011). As estruturas secretoras vêm sendo utilizadas para estudos taxonômicos e filogenéticos na família Euphorbiaceae (BARBOSA et al., 2018).

Devido à ampla utilização das espécies de *Jatropha* e a ausência de estudos voltados à descrição da anatomia desse gênero, a histoquímica associada à caracterização anatômica das estruturas secretoras mostra-se como ferramenta importante, eficiente e precisa na descrição de espécies vegetais. Os dados esperados para esse trabalho poderão contribuir para a medicina popular, apresentando um conhecimento mais completo sobre as substâncias produzidas pelas espécies de *Jatropha* e, assim, diminuindo os riscos de intoxicação. Também

poderá ser útil à indústria de biodiesel, devido à caracterização da natureza do óleo em algumas espécies que possuem valor econômico.

O conhecimento da composição dos metabólitos produzidos pelas células das estruturas secretoras leva à compreensão de suas propriedades, que poderá proporcionar avanços significativos no processo de novas pesquisas taxonômicas e filogenéticas no grupo das Angiospermas, servindo como subsídios para futuras descrições, distinção e caracterização de diferentes famílias, gêneros ou espécies, além de serem utilizados como contribuição para estudos em outras áreas da ciência como a farmacologia e a ecologia do gênero.

2. OBJETIVO

Descrever as estruturas secretoras presentes nas folhas das espécies, *Jatropha curcas* L., *Jatropha martiusii* (Pohl) Baill *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill e nas folhas, brácteas e ápice vegetativo de *Jatropha gossypifolia* L. Caracterizar as principais classes de compostos produzidas pelas espécies estudadas através dos testes histoquímicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta e execução

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia e Histoquímica Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. As coletas foram feitas no município de Santa Teresinha, Bahia e Cruz das Almas, Bahia. Foram coletadas folhas inteiras de três indivíduos distintos de cada espécie e fixadas ainda no local, além de brácteas e ápice vegetativo de *Jatropha gossypifolia*. Amostras de um indivíduo de cada espécie foram fixadas em FAA, outras em FNT e por fim, em SFF. O material foi depositado no Herbário do Recôncavo da Bahia (HURB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

3.2. Preparação para descrição anatômica.

As amostras foram fixadas em FAA (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 70%; 5:5:90; v/v), por 24h e estocadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Fixadas FNT (formalina neutra tamponada; tampão fosfato, formalina, 9:1 v/v) por 48h e lavado a cada 1:30 h por um período de 8h (LILLIE, 1965), e fixadas SFF (solução de sulfato ferroso, formalina, 9:1 v/v) 48h e após lavadas 5 vezes em etanol a cada 15 minutos em um período de 1:30h.

No laboratório, todo o material foi submetido a vácuo em dessecador por cinco minutos durante o processo de fixação e depois desidratado em série etílica e armazenado em etanol 70%. Fragmentos das amostras foram desidratadas em série butílica para e incluídas em parafina histológica com DMSO (Histosec/Merck). Foram obtidas secções transversais e longitudinais com 8µm de espessura do pecíolo, margem, nervura central e ápice vegetativo, com o auxílio de micrótomo rotativo (modelo RM2245, Leica), utilizando de navalhas de aço descartáveis. Os cortes foram desparafinizados com xilol e hidratados em série etílica, corados com safranina alcoólica por 10 minutos e azul de astra por 2 minutos e lavados em água destilada. Foram desidratados em série etílica e diafanizados em xilol, ao final, as lâminas foram montadas em verniz vitral para artesanato. As observações e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz (modelo BX51, Olympus Optical) equipado com sistema fotográfico E330, em seguida foram montadas pranchas com as imagens obtidas do pecíolo, mesofilo, estruturas secretoras, nervura central e feixe vascular.

3.3. Microscopia Eletrônica de Varredura

As amostras das brácteas de *J. gossypifolia* com aproximadamente 5 mm² foram fixadas em Karnovsky (1965), desidratadas em acetona, secas em ponto crítico (modelo Quorum Technologies K850) utilizando dióxido de carbono líquido, montadas em porta-espécimes e recobertas com uma camada de 20 nanômetros de ouro pelo processo de pulverização catódica (modelo Quorum Technologies Q 150T). A observação e documentação foi realizada em microscópio eletrônico de varredura (modelo Zeiss Evo15).

3.4. Histoquímica

Testes histoquímicos foram aplicados em cortes do pecíolo provenientes de amostras fixadas de acordo com a recomendação de cada autor. Os testes foram aplicados em cortes seriados provenientes de amostras fixadas em FAA quando o objetivo for evidenciar polissacarídeos, proteínas e compostos fenólicos hidrossolúveis; fixados em FNT para identificação de lipídios totais e compostos fenólicos lipossolúveis; fixados em SFF para todas as classes de compostos fenólicos (TABELA 1).

Destas plantas foram obtidas secções transversais do pecíolo em criomicrotomo modelo Leica CM1850, com espessura aproximada de 30µm utilizando meio de congelamento solúvel em água (Tissue Freezing Medium) a uma temperatura de -25°C. Após a aplicação de cada teste, as lâminas foram montadas em água destilada. Secções controle foram realizadas simultaneamente, de acordo com as recomendações dos respectivos autores.

A coloração obtida através de cada teste foi analisada utilizando o critério de avaliação (+) para resultados positivos e (-) para resultados negativos. A análise e documentação fotográfica foi realizada em microscópio de luz (modelo BX51, Olympus Optical) equipado com sistema fotográfico E330, em seguida foram montadas pranchas com as imagens obtidas.

Tabela 1. Testes histoquímicos realizados para detecção de metabólitos presentes nos laticíferos de *Jatropha curcas*, *J. gossypifolia*, *J. martiusii* e *J. mollissima*.

	Compostos secundários	Reagente	Referência
Lipídios	Lipídios totais	Sudão Negro	(PEARSE, 1985)
		Sudão Vermelho	(PEARSE, 1985)
Compostos fenólicos	Compostos fenólicos gerais	Dicromato de Potássio	(GABE 1968)
		Cloreto férrico III	(JOHANSEN, 1940)
	Taninos	Vanilina Clorídrica	(MACE & HOWELL 1974)
Alcalóides		Wagner	(FURR & MAHLBERG, 1981)
		Dittmar	(FURR & MAHLBERG, 1981)
		Ellram	(FURR & MAHLBERG, 1981)
Borracha		Óleo vermelho	(PEARSE, 1985)
Proteínas	Proteínas Totais	Xilidine Ponceau	(O'BRIEN E MCCULLY, 1981)
		Azul Brilhante de Comassie	(FISHER, 1968)
Polissacarídeos	Polissacarídeos totais	PAS	(MCMANUS, 1948)
	Mucopolissacarídeos ácidos	Azul de Alciano	(PEARSE, 1985)
	Amido	Lugol	(JENSEN, 1962)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies estudadas apresentam características que corroboram com Metcalfe & Chalk (1950) para descrição de estruturas anatômicas presentes na família como cristais, laticíferos e tricomas. São características importantes para a família Euphorbiaceae e para o gênero *Jatropha*, pois, tais estruturas apresentam-se em destaque neste trabalho e através delas é possível distinguir as espécies estudadas.

O conhecimento da morfologia, tipo de secreção, posição e função é fundamental para definir estruturas secretoras como nectários, glândulas salinas, tricomas e coléter, entretanto, a identificação dessas estruturas baseia-se na natureza do material secretado (FAHN, 1979). As células secretoras podem estar individualizadas ou apresentar-se como estruturas multicelulares (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012).

Todas as espécies apresentaram laticíferos anastomosados (FIGURA 1). Essa estrutura secreta o látex, um composto de pequenas partículas como óleos, resinas, ceras, além de mucilagem, carboidratos, íons e enzimas, podendo variar nas espécies e que tem função de defesa contra microorganismo e pode diminuir a herbívora (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012). Segundo Silva (2019) o tipo de laticífero, bem como sua distribuição nos tecidos vegetais, pode ser útil na diferenciação de espécies do mesmo gênero.

Terpenóides e compostos fenólicos presentes no látex podem apresentar essa defesa pela sua toxicidade (DEMARCO, 2013) alguns podem ser venenosas ou até letais (CUTLER et al., 2009). Apesar das diversas funções atribuídas aos laticíferos, atualmente é sabido que tal estrutura produz secreções, cuja planta não reaproveita no seu metabolismo primário (MARTINS, 2008). As paredes dos laticíferos tornam-se mais espessas no início da diferenciação, podem ser impregnadas por suberina ou calose, essa característica impede a comunicação e distingue os laticíferos das demais células (DEMARCO, 2008, APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012). Segundo Demarco (2008) esse sistema de ramificações como encontrados nas espécies de *Jatropha* é gerado a partir da anastomose lateral logo no início do desenvolvimento. Em secção longitudinal é possível notar as mais variadas formas de ramificações em *J. gossypifolia* (FIGURA 2). A anastomose lateral é evidenciada pelos laticíferos em forma de “H” (FIGURA 2A).

Os laticíferos ou ductos laticíferos, podem ser estruturalmente classificados como articulados quando formando por várias células e não-articulados quando formado por apenas uma célula (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012). Os laticíferos encontrados no ápice de *J. gossypifolia* são classificados como articulados anastomosados e multinucleados,

evidenciado pela presença dos núcleos dessa cadeia de células especializadas que se uniram para formar grandes tubos de condução de látex (FIGURA 2 G, H). As características presentes nos lactíferos de *J. gossypifolia* também foram encontradas em *Manihot caerulescens* (SILVA et al., 2019) e em outras espécies de *Manihot* (CUNHA NETO et al, 2014).

Apesar de todas as espécies também possuírem laticíferos, não foi possível classificá-los estruturalmente segundo Appezato-da-Glória (2012), pois os núcleos não foram detectados, logo serão classificados nesse trabalho como não-articulados.

Num mesmo gênero é possível notar a ocorrência de laticíferos de diversos tipos. Espécies de *Manihot* apresentam laticíferos articulados e não-articulados (RUDALL, 1987). Um estudo comparativo em espécies de *Jatropha* feito por Dehgan (1978), mostra que laticíferos articulados e não-articulados podem ocorrer no mesmo órgão como evidenciado em *Jatropha marginata* Chiov., e *Jatropha gossypifolia* L. Em *J. multifida* L. e *J. cathartica* Terran. & Berland. ocorrem apenas laticíferos articulados, sendo que em *J. augustii* Pax & Hoffm apenas laticíferos não-articulados (DEHGAN,1978).

Em Euphorbiaceae é possível notar que os laticíferos estão associados ao feixe vascular em alguns gêneros como em *Croton ceanothifolius* Baill. (VITARELLI, 2015), e *Manihot dichotoma* Ule (SILVA, 2016), isso também acontece em outras famílias como Apocynaceae (e. g. *Secondatia densiflora* A.DC. MARTINS, 2008), nas espécies de *Jatropha* os laticíferos estão bem distribuídos no pecíolo, entretanto em *J. mollissima* e *J. curcas* foram observados mais próximos ao feixe vascular (FIGURA 3), em *J. martiusii* os laticíferos mais próximos ao feixe vascular da nervura central (FIGURA 4).

Nas espécies de *Jatropha* os laticíferos estão bem distribuídos no limbo foliar, essa ampla distribuição foi comum nas espécies de *Manihot* estudadas por Cunha Neto (2014). No pecíolo ocorre desde o parênquima cortical até o parênquima medular e associado ao feixe vascular em todas as espécies (FIGURA 3). Laticíferos também são encontrados bem distribuídos na nervura principal, próximo ao feixe vascular (FIGURA 4) e no mesófilo foliar (FIGURA 5).

Jatropha gossypifolia foi a única espécie a apresentar tricomas glandulares no ápice vegetativo, conhecidos genericamente como coléteres. Tal estrutura secreta uma substância pegajosa que tem função de proteção e lubrificação dos meristemas, impedindo seu dessecamento, principalmente no início do desenvolvimento, entretanto a mucilagem

produzida pelos coléteres pode atrair fungos e bactérias, que podem causar danos ao meristema (FAHN, 1979; MARTINS, 2008; APPEZZADO-DA-GLÓRIA, 2012). Segundo Martins et al. (2010) devido a semelhança entre coléteres com outras estruturas secretoras, podem ocasionalmente ser confundidas com nectários extraflorais e glândulas de resina.

A presença de mucilagem, um complexo de polissacarídeos neutros ou ácidos no material secretado é importante para afirmar a existência de coléter, essa comprovação dar-se-á através da realização de testes histoquímicos (MARTINS, 2010). A histoquímica, portanto, é uma forma direta de detectar e compostos produzidos pela planta (ESPOSITO-POLESI et al., 2013).

Esses tricomas glandulares são encontrados no pecíolo, brácteas, margem foliar e ápice vegetativo de *J. gossypifolia* (FIGURA 6). As brácteas foram avaliadas apenas na microscopia de varredura. Essas glândulas são pedunculadas, vascularizadas com uma extremidade globosa, possuem epiderme uniestratificada com células secretoras em forma de paliça e apresentam citoplasma denso e fortemente corado por safranina (FIGURA 6H) corroborando para a descrição feita por Appezzato-da-Gória (2012) para esse tipo de estrutura.

Os coléteres são evidenciadas a partir de testes histoquímicos com resultado positivo para mucilagem composta por polissacarídeos. Tal característica é taxonomicamente importante para distinguir *J. gossypifolia* das demais espécies, pois na composição do exsudato produzido pelas estruturas secretoras do ápice vegetativo e da margem foliar, foi detectado a presença de mucopolissarídeos ácidos e polissacarídeos totais, devido ao resultado positivo para Azul de Alciano e PAS, respectivamente (FIGURA 6 I, J). Esses resultados confirmam a presença de coléteres, nunca descrito para a espécie.

Coléteres foram relatados em outras famílias como Erythroxylaceae, Passifloraceae, Rhizophoraceae, Turneraceae (THOMAS, 1991) e Apocynaceae (RIO, 2002; MARTINS, 2008). Essa estrutura também foi encontrada em outros gêneros de Euphorbiaceae, como no limbo foliar de *Mabea fistulifera* Mart. (ALMEIDA, 2019), *Dalechampia alata* Klotzsch (MARTINS, 2016) e *Croton* sect. *Luntia* (SOARES, 2013).

Moreira (2020) descreveu a morfologia de *Jatropha martiusii*, entretanto, a literatura carece de estudos sobre essa espécie, portanto, os dados obtidos acerca da caracterização anatômica e histoquímica da mesma podem ser complementares em trabalhos dessa natureza.

Diversos autores demonstram como o conhecimento da anatomia vegetal é uma importante ferramenta para subsidiar estudos taxonômicos nos gêneros da mesma família, essa contribuição para novos trabalhos dar-se-á através da descrição anatômica e histoquímica das espécies, como feita por Silva et al. (2019) em *Manihot caerulescens* Pohl, pela comparação de espécies do mesmo gênero (CUNHA NETO et al, 2014), além de facilitar a identificação e caracterização de novas espécies e possíveis híbridos (SANTOS et al, 2019).

Martins (2016) ressalta a importância de ampliar as investigações das estruturas secretoras em Euphorbiaceae, pois os dados obtidos nesses trabalhos podem ser úteis para futuras análises filogenéticas desse grupo.

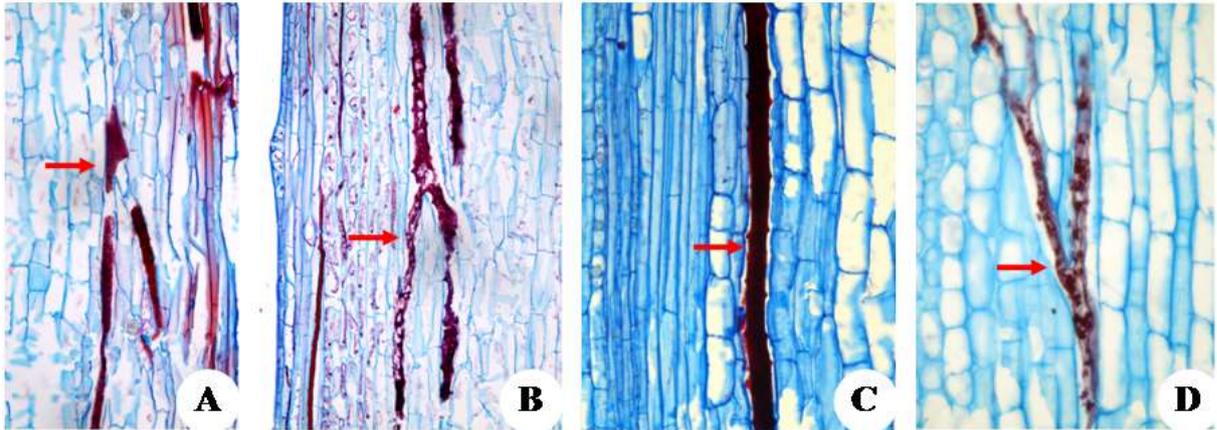


FIGURA 1. Secção longitudinal da folha na região do pecíolo evidenciando os laticíferos. A. *Jatropha martiusii*; B. *Jatropha mollissima*; C. *Jatropha gossypifolia*; D. *Jatropha curcas*. A-D= 20x. Seta: laticíferos.

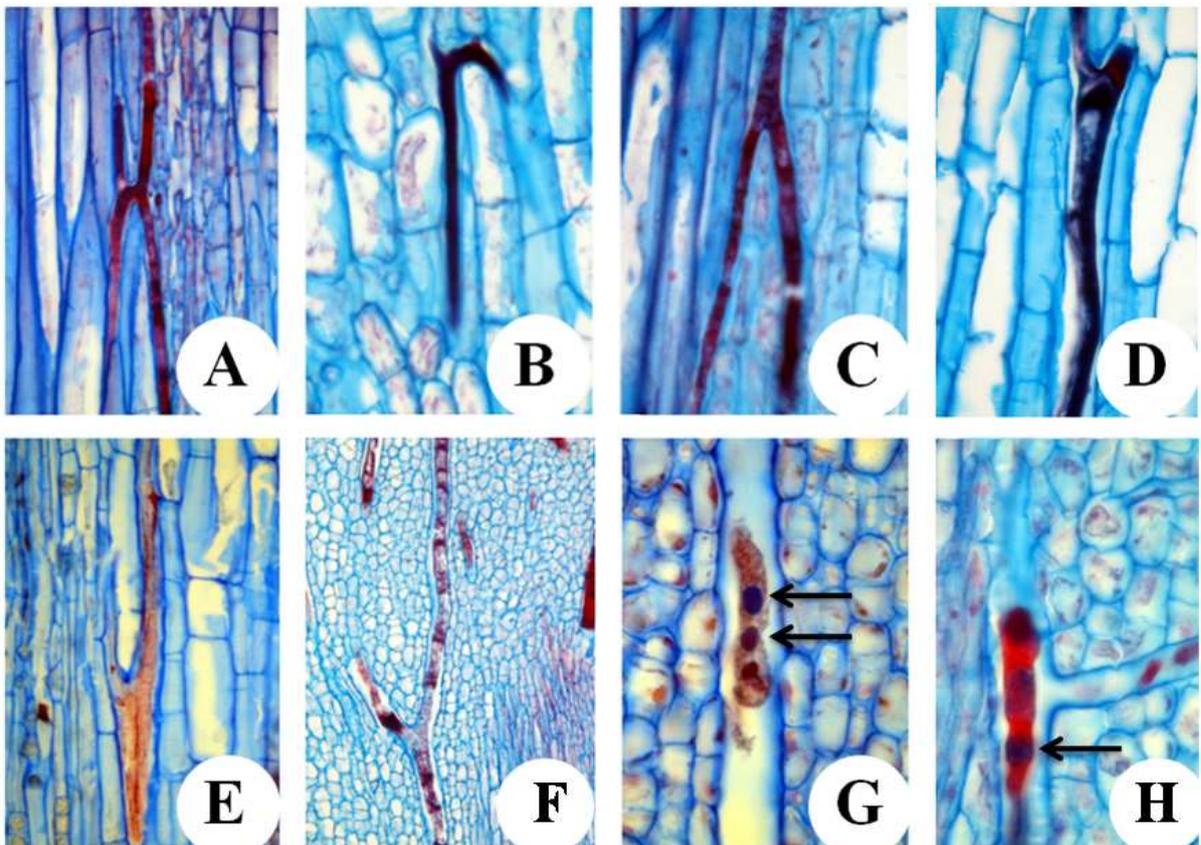


FIGURA 2. Diversidade de laticíferos anastomosados presentes na folha de *Jatropha gossypifolia* em secção longitudinal. A - E.= Laticíferos no pecíolo. F - H= Laticíferos no ápice vegetativo. G, H=Detalhe dos núcleos nos laticíferos articula dos do ápice vegetativo. A - E = 20x, F = 10x. G, H = 40x. Seta: núcleos

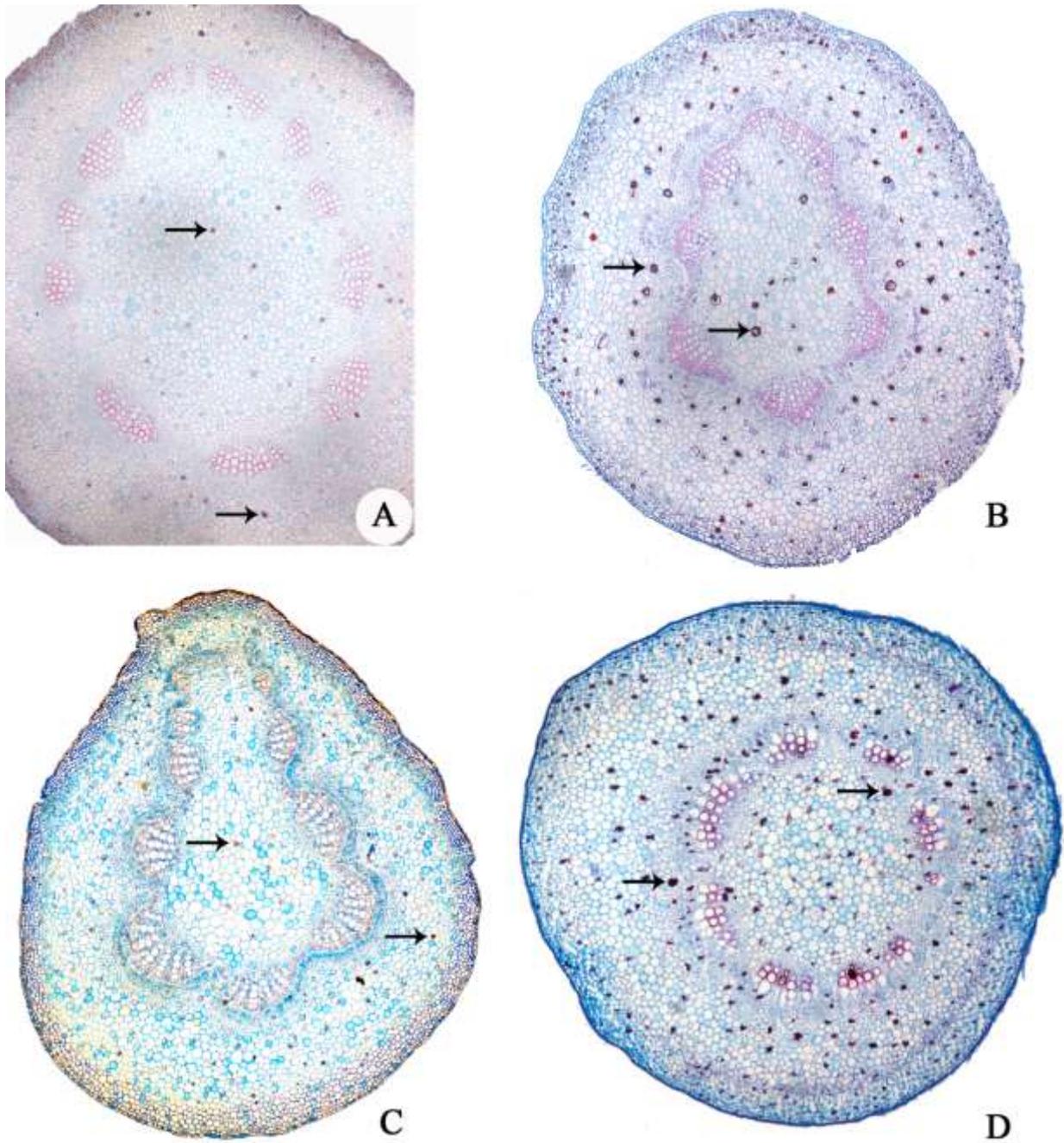


FIGURA 3. Secção transversal da folha na região do pecíolo evidenciando os laticíferos. A. *Jatropha martiusii*; B. *Jatropha mollissima*; C. *Jatropha gossypifolia*; D. *Jatropha curcas*.
A, B, C, D = 4x. Seta: Laticíferos

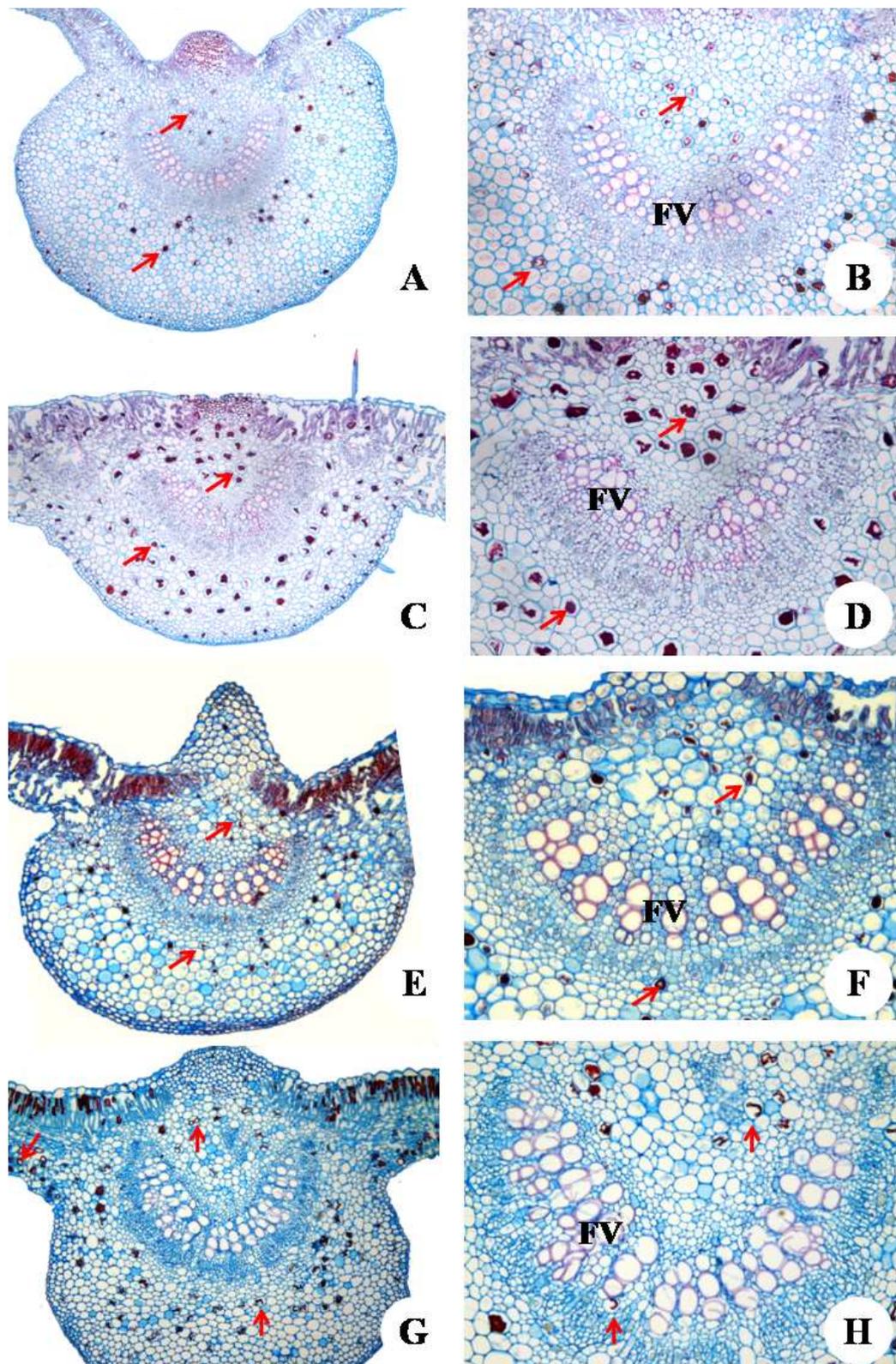


FIGURA 4. Secção transversal da folha na região da nervura central e feixe vascular evidenciando os laticíferos. A, B. *Jatropha martiusii*. C, D. *Jatropha mollissima*. E, F. *Jatropha gossypifolia*. G, H. *Jatropha curcas*.

A, C, E, G= 10x. B, D, F, H = 20x. Seta: Laticíferos. FV: Feixe Vascular

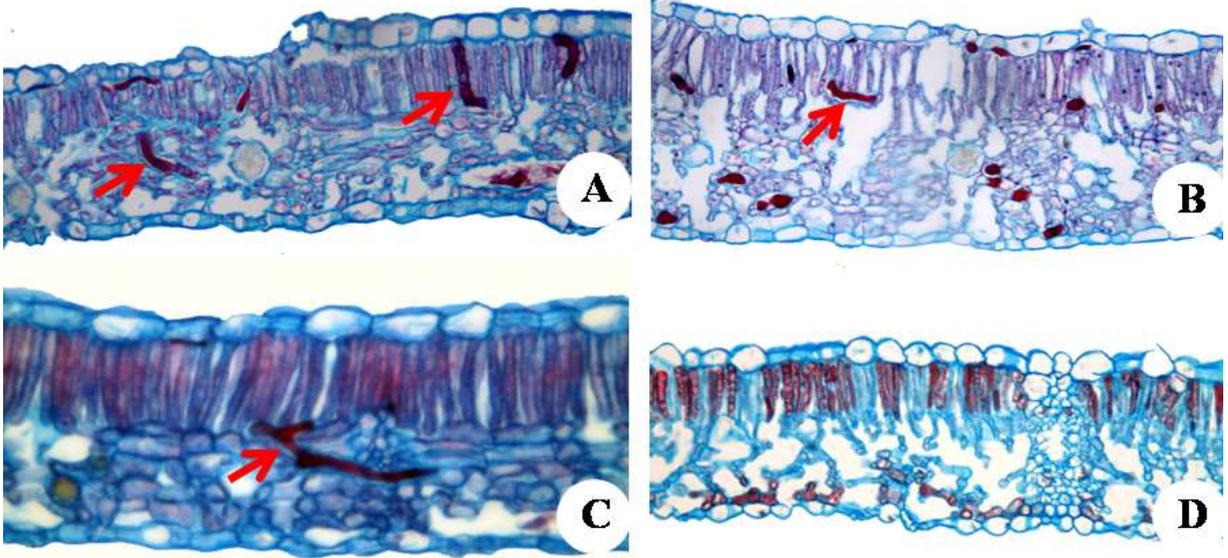


FIGURA 5. Secção transversal do mesófilo foliar evidenciando os laticíferos. A. *Jatropha martiusii*. B *Jatropha mollissima*. C. *Jatropha gossypifolia*. D. *Jatropha curcas*. A, B, D= 20x. C= 40x. Seta: Laticíferos

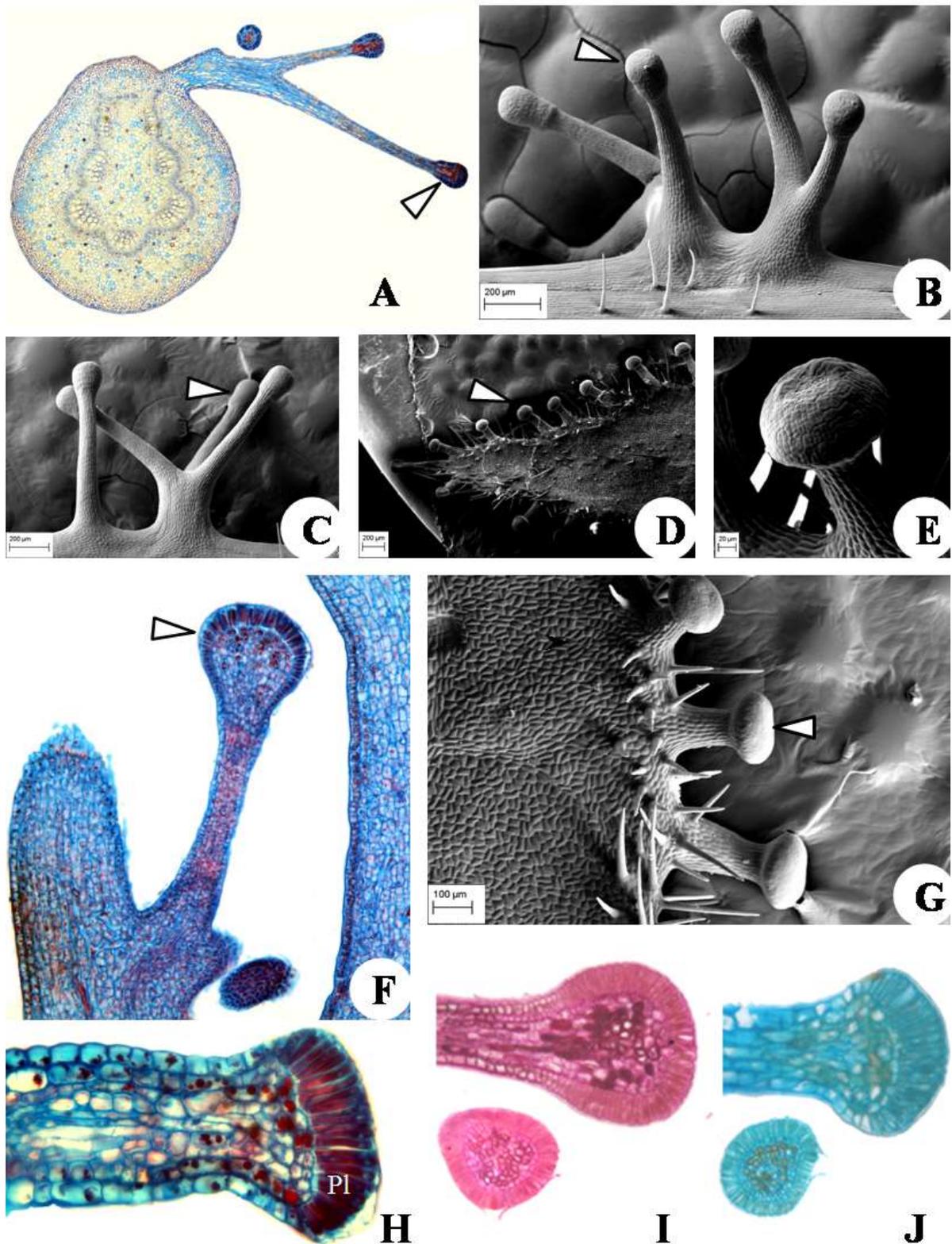


FIGURA 6. Tricomas secretores/coléteres de *Jatropha gossypifolia*; A - C= pecíolo. D, E= bráctea. F= ápice vegetativo. G - J= margem foliar. B - E, G: Microscopia Eletrônica de Varredura. I: Teste histoquímico PAS. J: Teste histoquímico Azul de Alciano.

A= 4x. F= 20x. H - J = 40x. B - D = 200μm. E = 20μm. G = 100μm. Cabeça de seta: tricomas secretores/coléter.

O termo “secreção” é utilizado amplamente, quando não se sabe quais as funções de algumas substâncias como resinas, cristais e látex (FAHN, 1982). Traçar um perfil rígido de distinção da secreção produzida nem sempre é possível, visto que ocorre mistura de substância, tornando-a complexa, entretanto, um composto ou um grupo de compostos ganha destaque (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012). Os processos de formação de parede celular, cuticularização e suberização são desempenhados por células vivas da planta, através da atividade secretora, que faz parte do metabolismo celular (SOLEREDER, 1908).

Por meio dos testes histoquímicos foi possível a caracterização dos compostos secundários secretados pelas espécies de *Jatropha* (TABELA 2). A observação foi realizada a partir da mudança de coloração entre a secreção na sua cor natural (branco) e a coloração obtida através dos testes específicos para cada categoria de composto.

As espécies possuem em comum a presença de lipídios, evidenciado pelo resultado positivo dos testes Sudão Negro e Sudão Vermelho, a presença de compostos fenólicos obtidos através dos testes Cloreto Férrico III e Dicromato de potássio e a presença de proteínas totais evidenciados através do teste Xilidine Ponceau.

Os compostos fenólicos foram encontrados em todas as espécies, essa secreção pode ser produzida por idioblastos ou por células epiteliais, que fazem a delimitação das cavidades ou ductos (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012) e foram encontrados em *Euphorbia prostrata* Aiton e *E. hyssopifolia* L., da mesma família (CONCEIÇÃO, 2016).

A reação PAS para detecção de polissacarídeos totais foi positiva para o material secretado por *J. mollissima* e *J. martiusii*. Para *J. gossypifolia* foi positivo tanto para secreção quanto para a parede celular. Em *J. curcas* foi positivo apenas para a parede celular.

Silva (2019) encontrou lipídios, proteínas, polissacarídeos e borracha em *Manihot caerulescens* Pohl., os mesmos compostos foram encontrados nas espécies estudadas, com exceção de *J. gossypifolia*, em que não foi verificada presença de borracha, confirmado pelo o resultado negativo ao óleo vermelho. *J. gossypifolia* foi a única espécie a apresentar resultado positivo para reagente de Ellram evidenciando a presença de alcalóides.

Nenhuma espécie teve reação positiva para taninos e amido. Diferente de espécies da mesma família como *Euphorbia prostrata* Aiton e *E. hyssopifolia* L, que apresentaram grãos de amido na bainha que envolve os feixes vasculares, assim como na nervura central (CONCEIÇÃO, 2016).

Todas as espécies apresentaram resultados negativos para reagente de Dittmar e reagente de Wagner para alcalóides, Lugol para amido, Azul Brilhante de Comassie para proteínas e Vanilina clorídrica para taninos. O material secretado pelas células possui várias substâncias químicas conferindo complexidade ao exsudato (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2012). De forma geral, as substâncias encontradas nos látex das espécies de *Jatropha* são comuns para a família (BIESBOER & MAHLBERG, 1981).

TABELA 2: Resultados dos testes histoquímicos.

Compostos secundários	Reagente	<i>Jatropha martiusii</i>	<i>Jatropha mollissima</i>	<i>Jatropha gossypifolia</i>	<i>Jatropha curcas</i>
Lipídios totais	Sudão Negro	+ (FIG. 7B)	+ (FIG. 8B)	+ (FIG. 9B)	+ (FIG. 10B)
	Sudão Vermelho	+ (FIG. 7C)	+ (FIG. 8C)	+ (FIG. 9C)	+ (FIG. 10C)
Compostos fenólicos	Dicromato de Potássio	+ (FIG. 7E)	+ (FIG. 8E)	+ (FIG. 9E)	+ (FIG. 10E)
	Cloreto férrico III	+ (FIG. 7D)	+ (FIG. 8D)	+ (FIG. 9D)	+ (FIG. 10D)
Taninos	Vanilina Clorídrica	-	-	-	-
Alcalóides	Wagner	-	-	-	-
	Dittmar	-	-	-	-
	Ellram	-	-	+ (FIG. 9H)	-
Borracha - Terpenóides	Óleo vermelho	+ (FIG. 7G)	+ (FIG. 8G)	-	+ (FIG. 10G)
Amido	Lugol	-	-	-	-
Proteínas Totais	Xilidine Ponceau	+ (FIG. 7F)	+ (FIG. 8F)	+ (FIG. 9F)	+ (FIG. 10F)
	Azul Brilhante de Comassie	-	-	-	-
Polissacarídeos totais	PAS	+ (FIG. 7H)	+ (FIG. 8H)	+ (FIG. 6J, 9G)	+ (FIG. 10H - parede)
Mucopolissacarídeos ácidos	Azul de Alciano			+ (FIG. 6J-ápice.)	

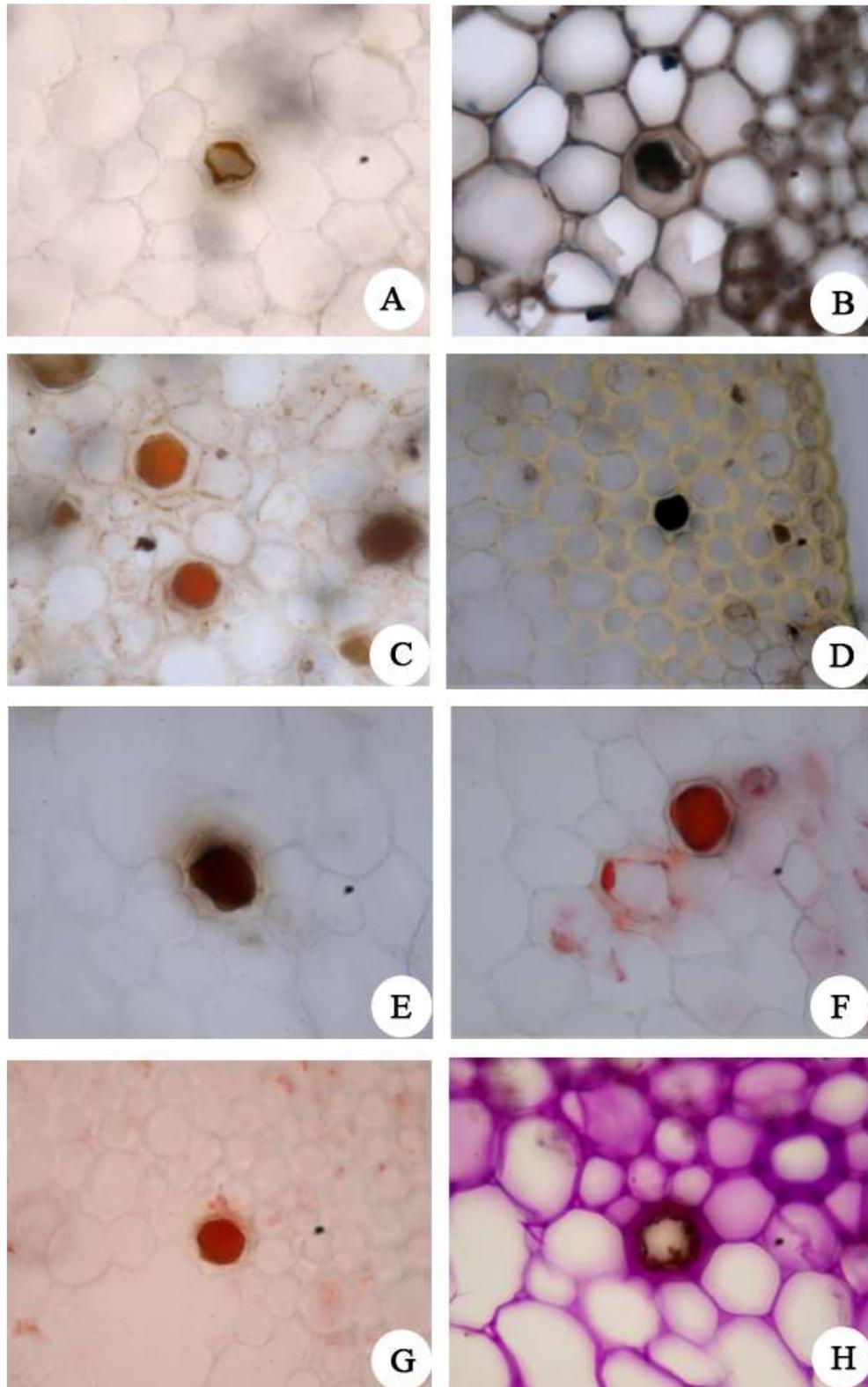


FIGURA 7. Caracterização histoquímica de *Jatropha martiusii*. A. Branco; B. Sudão negro; C. Sudão vermelho; D. Cloreto férrico III; E. Dicromato de potássio; F. Xilidine Ponceau; G. Óleo vermelho; H. PAS

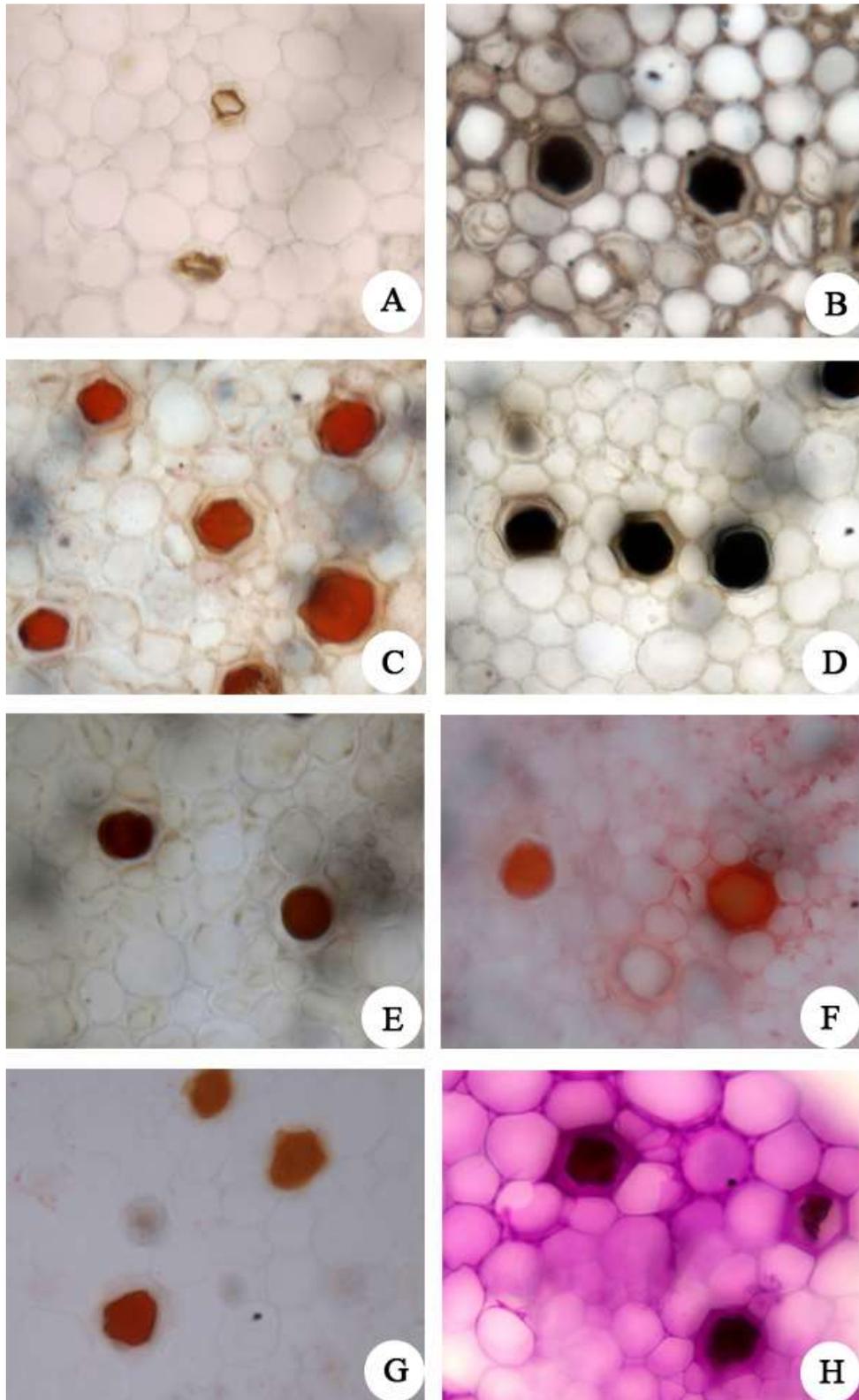


FIGURA 8. Caracterização histoquímica de *Jatropha mollissima*. A. Branco; B. Sudão negro; C. Sudão vermelho; D. Cloreto férrico III; E. Dicromato de potássio; F. Xilidine Ponceau; G. Óleo vermelho; H. PAS.

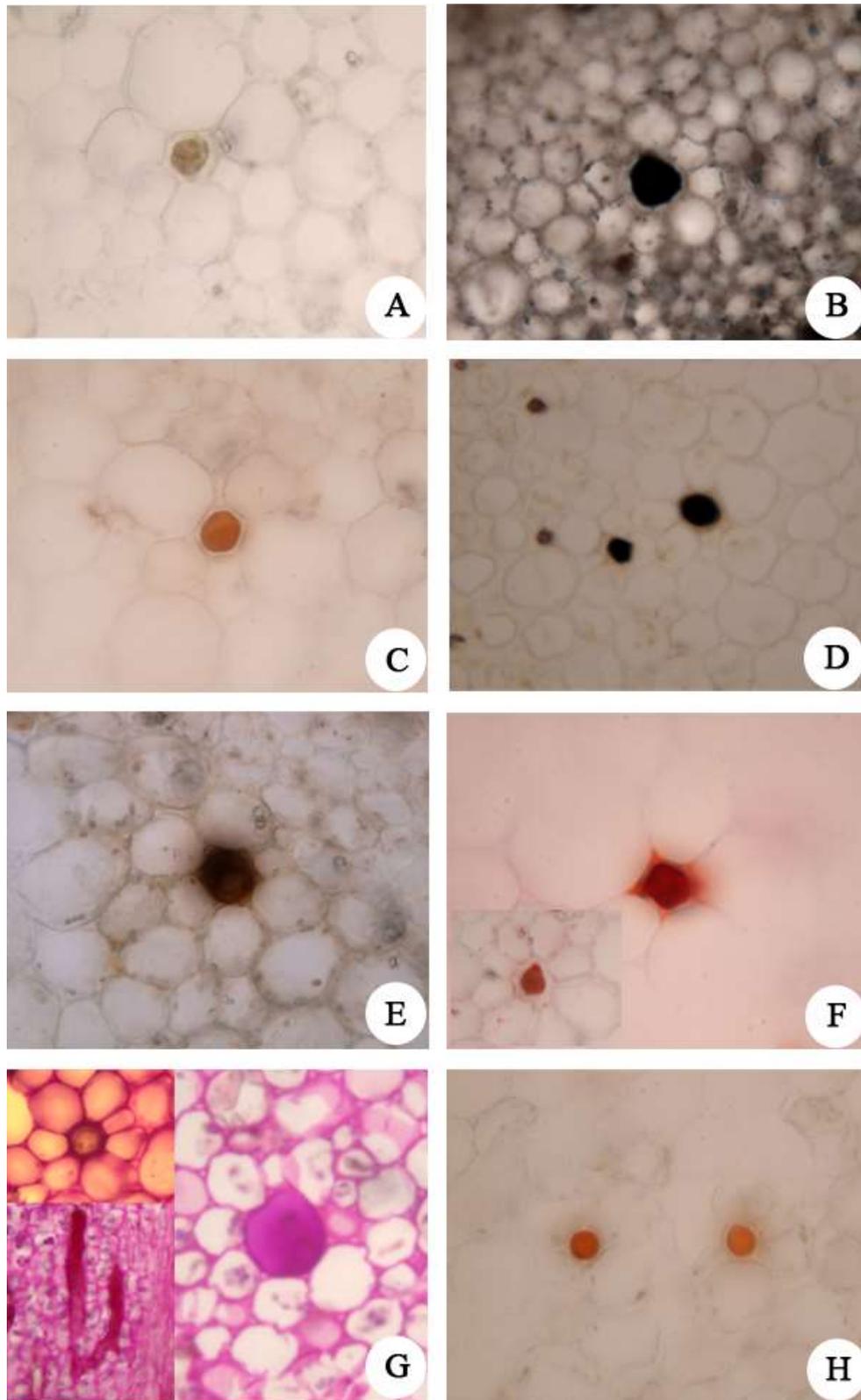


FIGURA 9. Caracterização histoquímica de *Jatropha gossypifolia*. A. Branco; B. Sudão negro; C. Sudão vermelho; D. Cloreto férrico III; E. Dicromato de potássio; F. Xilidine Ponceau; G. Ellram.

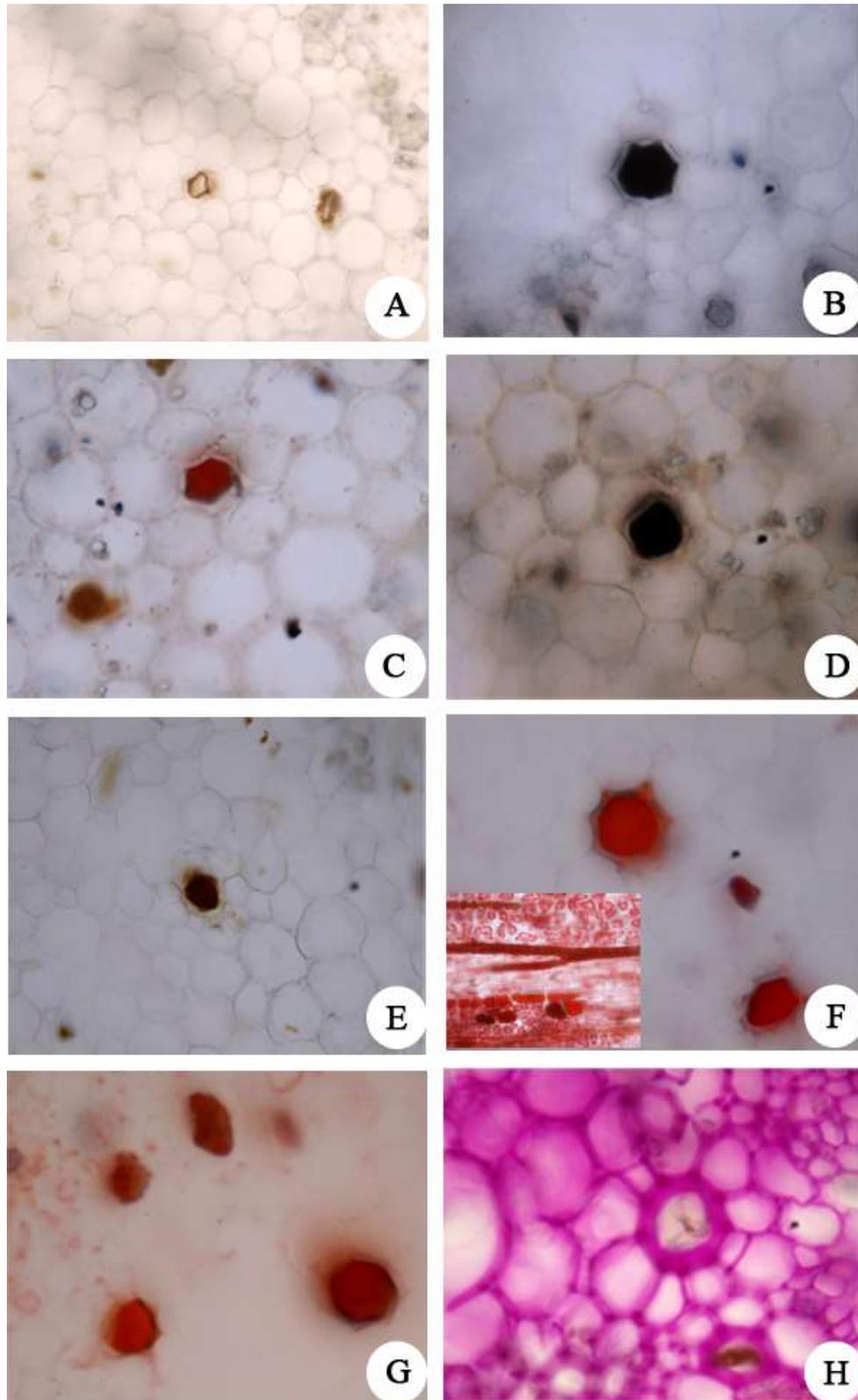


FIGURA 10. Caracterização histoquímica de *Jatropha curcas*. A. Branco; B. Sudão negro; C. Sudão vermelho; D. Cloreto férrico III; E. Dicromato de potássio; F. Xilidine Ponceau; G. Óleo vermelho; H. PAS.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho descreveu as estruturas secretoras presente nas espécies de *Jatropha*, apresentando as similaridades e diferença entre elas, contribuindo para caracterização taxonômica do gênero através dos estudos anatômicos e histoquímicos.

Os laticíferos são semelhantes em todas as espécies, porém apenas em *Jatropha gossypifolia* pode ser caracterizado como articulado.

Através da histoquímica pode-se observar que as espécies se assemelham quanto a ausência de amido, taninos e presença de lipídios, compostos fenólicos, proteínas e polissacarídeos na parede do laticífero. E diferem quanto à presença de alcalóides e polissacarídeos na secreção. A presença de coléteres evidenciado a partir do resultado positivo para PAS e Azul de Alciano, é um caráter distintivo para *Jatropha gossypifolia*.

Os dados obtidos neste trabalho, acerca das substâncias químicas das espécies e a localização das estruturas que as secretam, poderão subsidiar estudos em diferentes áreas, contribuindo também para a caracterização anatômica e histoquímica em outras espécies, gêneros ou famílias de Angiospermas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 3. Ed. 404p – Viçosa, MG. Ed. UVF. 2012.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ESTELITA, M. E. M. Development, structure and distribution of colleters in *Mandevilla illustris* and *M. velutina* (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 23: 113-120 p.2000.
- ASCENSÃO, L. **Técnicas histoquímicas convencionais e de microscopia de fluorescência aplicadas em espécies de cerrado**. Departamento de Botânica, IB, Unicamp. 2003.
- ASCENSÃO, L. **Estruturas secretoras em plantas. Uma abordagem morfo-anatômica. Potencialidades e aplicações das plantas aromáticas e medicinais**. Lisboa: Faculdade de Ciências de Lisboa, p. 19-28, 2007.
- BARBOSA, B. L. R. et al. *Croton aemulus* and *C. graomogolensis* (Euphorbiaceae): Two new species from Minas Gerais, Brazil, based on distinct lines of evidence and their relation to *C. muscicapa* and *C. longibracteatus*. **Phytotaxa**, v. 365, n. 3, p. 259-272, 2018.
- BESERRA, F. P. et al. *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) como novo bioinseticida: análise fitoquímica preliminar e atividade larvicida contra *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Revista Amazônia Science & Health**, v. 2, n. 3, p. 17-25, 2014.
- BIESBOER, D. D. & MAHLBERG, P. G. Laticifer starch grain morphology and laticifer evolution in *Euphorbia* (Euphorbiaceae). – **Nord J. Bot.** 1: 447–457. 1981.
- BRAQUEHAIS, I. D. et al. Estudo preliminar toxicológico, antibacteriano e fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo, Euphorbiaceae), coletada no Município de Tauá, Ceará, Nordeste Brasileiro. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v. 18, n. 2, supl. 1, p. 582-587, 2016.
- CAVALCANTE, N. B.; DA CONCEIÇÃO SANTOS, A. D.; DA SILVA ALMEIDA, J. R. G. The genus *Jatropha* (Euphorbiaceae): A review on secondary chemical metabolites and biological aspects. **Chemico-Biological Interactions**, v. 318, p. 108976, 2020.
- CARDOSO, P. R. **Estruturas secretoras em plantas**. Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, São Paulo, 2011.
- CONCEIÇÃO, L. O.; AOYAMA, E. M. Anatomia e histoquímica da lâmina foliar de espécies conhecidas por quebra-pedra (*Euphorbia prostrata* Aiton, *Euphorbia hyssopifolia* L., *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn e *Phyllanthus tenellus* Roxb.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 2, p. 571-581, 2016.
- COUTINHO, D. F.; TRAVASSOS, L. M. A.; DO AMARAL, F. M. M. Estudo etnobotânico de plantas medicinais utilizadas em comunidades indígenas no Estado do Maranhão - Brasil. **Visão Acadêmica**, [S.l.], June 2002. ISSN 1518-8361. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/acd.v3i1.493>.
- CORDEIRO, I.; SECCO, R. **Jatropha in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17581>>. Acesso em: 15 Set. 2020

- COSTA, E. C. **Estudo fitoquímico e biológico in vitro de *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill (Euphorbiaceae)**. 2014. Dissertação (Mestrado) Pós-graduação em recursos naturais do semiárido - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Petrolina – PE, 50 p. 2014
- CUTLER, D. F., BOTHA, T., & STEVENSON, D. W. **Anatomia Vegetal: uma abordagem aplicada**. Artmed Editora. 2009.
- CUNHA NETO, I. L. et al. Leaf anatomy as subsidy to the taxonomy of wild *Manihot* species in Quinquelobae section (Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 4, p. 481-494, 2014.
- DE ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revistabrasileira de oleaginosas e fibrosas**, v. 8, n. 1, 2004.
- DE QUEIROZ NETO, Rafael Fernandes et al. The *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill: chemical and pharmacological activities of the latex and its extracts. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2613-2624, 2019.
- DEHGAN, B.; CRAIG, M. E. Types of laticifers and crystals in *Jatropha* and their taxonomic implications. **American Journal of Botany**, 345-352 p. 1978.
- DEMARCO, D. **Glândulas de órgãos vegetativos aéreos e florais de espécies de Asclepiadoideae (R.Br.) Duby (Asclepiadoideae, Apocynaceae) de Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. PhD Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.
- DEMARCO, D., MORAES CASTRO, M., & ASCENSÃO, L. Twolaticifer systems in *Sapium haematospermum* — new records for Euphorbiaceae. **Botany**, 91(8), 545-554 p.2013.
- ESPOSITO-POLESI, N. P., ALMEIDA, C. V., & DE ALMEIDA, M. Avaliação histoquímica de espécies de microplantas hospedeiras de endófitos. **Revista Biociências**, 19(2).2013.
- Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 15 set. 2020
- FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. London, Academic Press. 1979.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. Pergamon Press: Oxford.1982.
- FISHER, D.B. Protein staining of ribboned epon sections for light microscopy. **Histochemie** 16:92-96. 1968.
- FURR, M. & MAHLBERG, P.G. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products** 44: 153-159. 1981.
- GABE, M. **Techniques histologiques**. Masson & Cie, Paris. 1968.
- HIROTA, B. C. K. et al. Fitoquímica e atividades biológicas do gênero *Jatropha*: Mini-revisão. **Visão Acadêmica**, v. 11, n. 2, 2010.
- JATROPHA IN FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17580>>. Acesso em: 15 set. 2020.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw–Hill. 523 p. 1940.

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. **J Cell Biol** , 27: 137 A.1965.

LEAL, C. K. A. & AGRA, M. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill.(Euphorbiaceae)". Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Setor de Botânica, Universidade Federal da Paraíba. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 5-13. 2005.

LILLIE, R.D. 1965. **Histopathologic technic and practical histochemistry**. 3rd ed., McGraw-Hill, New York.

LINNAEUS, C., **Sp. Pl.**: 1006, 1753.

MACE, M. E., HOWELL, C. R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Can J Bot** 52: 2423-2226. 1974.

MARIZ, S.R. **Estudo toxicológico pré-clínico de *Jatrophagossypiifolia* L.** Tese (Doutorado em produtos naturais e sintéticos bioativos - Área de concentração em Farmacologia) 2007 - Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 186p. 2007.

MARTINS, F. M.; CUNHA-NETO, I. L.; PEREIRA, T. M. Floral morphology and anatomy of *Dalechampia alata* Klotzschex Baill. (Euphorbiaceae), with emphasis on secretory structures. **Braz. J. Biol.**, São Carlos , v. 76, n. 1, p. 233-244, Feb. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.19514>.

MARTINS, F. M. 2008. **Glândulas foliares e florais em três espécies de Apocynaceae-Apocynoideae de cerrado.** Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – UNICAMP, Campinas.

MARTINS F. M., KINOSHITA L. S., CASTRO M. M. 2010. Coléteres foliares e calicinais de *Temnadenia violacea* (Apocynaceae, Apocynoideae): estrutura e distribuição. **Revista Brasileira de Botânica** 33: 489-500 p.

MCMANUS JFA. Histological and histochemical uses of periodic acid. **StainTechnol** 23: 99-108. 1948.

MENDES, J. C. R. ***Dalechampia* L. (Euphorbiaceae) na Amazônia Brasileira,** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica Tropical, área de concentração Taxonomia Vegetal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brasil. 2018

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses.** Oxford: Clarendon Press. Vols. II 1209 p. 1950.

MOREIRA, A. S. **Estudos taxonômicos de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) no Estado da Bahia e potencial ornamental das espécies.** Dissertação. Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais - Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil. 2020.

- OLIVEIRA, E. L. et al. Resposta do pinhão-manso à aplicação de níveis de irrigação e doses de adubação potássica. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 539-598, jun. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000600001>.
- PEARSE AGE. **Histochemistry: theoretical and applied**. Vol II. Edinburgh: Livingstone. 1985.
- PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. Editora: São Paulo : Livraria Nobel, 1973.
- PEREIRA, S. A. **Metodologia prospectiva para seleção de espécies candidatas a estudos morfológicos: caso da semente e plântula de duas espécies do gênero *Jatropha* L.** 2015. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.
- RIO, M. C. S.; CASTRO, M. M.; KINOSHITA, L. S. Distribuição e caracterização anatômica dos coléteres foliares de *Prestonia coalita* (Vell.) Woodson (Apocynaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 3, p. 339-349, 2002.
- RUDAL, P. Laticifers in Euphorbiaceae – a conspectus. **Bot. J. Linn. Soc.** 94: 143-163 p. 1987.
- SANTOS, A. S. et al. A new species and putative hybrids of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, n. 8, p. 663-674, 2019.
- SILVA, L. R. O. **Anatomia e histoquímica do gênero *Manihot* Mill.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas e Embrapa Mandioca e Fruticultura. Programa de Pós-Graduação em Recursos genéticos vegetal – UFRB, Cruz das Almas - Bahia. 2016.
- SILVA, L. R. O; MARTINS, F. M; MARTINS, M. L. L. Anatomy and histochemistry of *Manihot caerulescens* Pohl (Euphorbiaceae) Leaf anatomy of *Manihot caerulescens*. **Feddes Repertorium**, v. 130, n. 4, p. 379-388, 2019.
- SOARES, D. A. **Morfoanatomia foliar de espécies de *Croton* sect. *Luntia* (Euphorbiaceae) como contribuição para a taxonomia do gênero.** 2013. Tese de Doutorado. MScThesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2013.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons: a handbook for laboratories of pure and applied Botany**. Vol 2. Clarendon Press, Oxford. 1908.
- THOMAS, V. Structural, functional and phylogenetic aspects of the colleter. **Annals of Botany** 68, 287–305. doi:10.1093/aob/mch198. 1991.
- TRINDADE, M. J. de S.; LAMEIRA, O. A. Espécies úteis da família Euphorbiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 4, 2014.
- VIRGENS, I. O. et al. Revisão: *Jatropha curcas* L.: aspectos morfofisiológicos e químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.
- VITARELLI, N. C., et al. Foliar secretory structures in Crotonae (Euphorbiaceae): Diversity, anatomy, and evolutionary significance. **American journal of botany**. 102.6: 833-847. 2015.
- WEBSTER, G. L. Euphorbiaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.), The families and genera of vascular plants 11. **Springer-Verlag**, Berlin, 51–216, 2014.

WURDACK, K. J. & DAVIS, C. C. Malpighiales phylogenetics: Gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. **American Journal of Botany** 96: 1551-1570. 2009.