



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I- CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

JOSIENE PORTO DOS SANTOS

**ESTRUTURAS SECRETORAS EM *Jatropha sp.* (EUPHORBIACEAE):
REVISÃO DE LITERATURA**

**CAMPINA GRANDE
2022**

JOSIENE PORTO DOS SANTOS

**ESTRUTURAS SECRETORAS EM *Jatropha sp.* (EUPHORBIACEAE):
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Profa. Dra. Ana Paula Stechhahn Lacchia

**CAMPINA GRANDE
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237e Santos, Josiene Porto dos.
Estruturas secretoras em *Jatropha sp.* (Euphorbiaceae)
[manuscrito] : revisão de literatura / Josiene Porto dos Santos. - 2023.
27 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Stechhahn Lacchia, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS. "

1. Biocombustíveis. 2. Óleos. 3. Iticíferos. 4. Cavidades oleíferas. 5. Látex. I. Título

21. ed. CDD 570

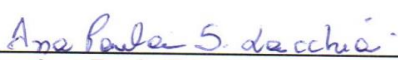
JOSIENE PORTO DOS SANTOS

**ESTRUTURAS SECRETORAS EM *Jatropha sp.* (EUPHORBIACEAE):
REVISÃO DE LITERATURA**

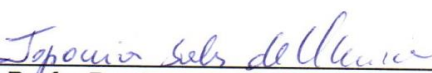
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 15/09/2023.

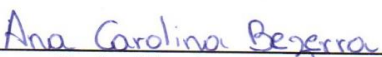
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Ana Paula Stechhahn Lacchia (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra Japouira Sales de OLiveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Me. Ana Carolina Bezerra
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha família, especialmente à
minha mãe, pela dedicação,
companheirismo e amizade.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

(Paulo Freire)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação das estruturas secretoras estudadas em cada trabalho selecionado e seus respectivos autores.....	24
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METODOLOGIA	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	20
	ANEXO A – TABELA COM IDENTIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS SECRETORAS ESTUDADAS	24

**ESTRUTURAS SECRETORAS EM *Jatropha* sp. (EUPHORBIACEAE): REVISÃO
DE LITERATURA**

**SECRETORY STRUCTURES IN *Jatropha* sp. (EUPHORBIACEAE):
LITERATURE REVIEW**

Josiene Porto dos Santos*
Ana Paula Stechhahn Lacchia**

RESUMO

O gênero *Jatropha* L., pertencente à subfamília Crotonoideae da família Euphorbiaceae, abrange uma diversidade de plantas, incluindo ervas, arbustos e árvores, todas apresentando estruturas secretoras, possui aplicações medicinais e propriedades no óleo extraído de suas sementes. Sob essa ótica, nossa pesquisa compreende uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de aprofundar o entendimento das estruturas secretoras responsáveis pela produção de compostos no gênero *Jatropha*, bem como identificar lacunas e direções de pesquisas futuras nesse campo. A revisão foi conduzida em três etapas: estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão, seleção de bases de busca (SciELO, Portal de Periódicos CAPES e Google Acadêmico), e busca por trabalhos científicos utilizando palavras-chave, tais como: "Jatropha and secretory structures," "Jatropha and laticifers," e "Jatropha and trichomes." Foram identificados onze artigos relevantes. Os primeiros datam das décadas de 60 e 70, representando as primeiras descrições dos laticíferos do gênero, incluindo suas características estruturais e, em alguns casos, análises do látex. Nos anos 2000, surgiram novos estudos significativos, estes continuaram a descrever os laticíferos, classificando-os em morfotipos articulados e não articulados e também expandiram suas investigações para outras estruturas secretoras, como emergências e tricomas glandulares foliares, cavidades e células secretoras de óleo, além de idioblastos taníferos. Sobre os laticíferos, os trabalhos sugeriram a função destes na defesa contra herbívoros, no selamento de feridas e na proteção antibacteriana, semelhante a outras espécies de famílias laticíferas. Os mesmos estudos também inferiram que a presença de diferentes tipos de laticíferos (articulados e não articulados) não é um diagnóstico preciso dentro das espécies do subgênero ou das seções de *Jatropha*. Apesar da grande importância econômica do óleo produzido pelas sementes, apenas um estudo foi encontrado focando na caracterização de cavidades e células secretoras de óleo em *Jatropha curcas*, inclusive em frutos, ampliando as possibilidades de extração e aplicação do óleo. Três trabalhos abordaram outras estruturas secretoras, como emergências e tricomas glandulares; embora não tenham realizado análises específicas da composição química dos exsudatos dessas estruturas, eles sugeriram um potencial papel protetor contra herbívoros. É importante destacar que, além da escassez de estudos sobre a anatomia e morfologia das estruturas secretoras em *Jatropha*,

* Graduanda do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: josieneporto123@gmail.com

** Professora do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: analacchia@gmail.com

futuras pesquisas devem ser mais abrangentes, incluindo a análise das interações dessas estruturas com os animais e a composição química do exsudato. Somente após essas análises e observações detalhadas, pode-se inferir com certeza a função de uma estrutura secretora para a espécie estudada e explorar seu potencial para a taxonomia ou para outros estudos afins.

Palavras-chave: biocombustíveis; óleos; laticíferos; cavidades oleíferas; látex.

ABSTRACT

The genus *Jatropha* L., belonging to the subfamily Crotonoideae of the Euphorbiaceae family, encompasses a diversity of plants, including herbs, shrubs, and trees, all of which possess secretory structures. The relevance of studying this genus is grounded in its medicinal applications and the properties of the oil extracted from its seeds. Our research comprises a systematic literature review with the aim of deepening the understanding of the secretory structures responsible for compound production in the genus *Jatropha* and identifying gaps and future research directions in this field. The review was conducted in three stages: the establishment of inclusion and exclusion criteria, the selection of search databases (SciELO, CAPES Periodicals Portal, and Google Scholar), and the search for scientific papers using keywords such as "*Jatropha* and secretory structures," "*Jatropha* and laticifers," and "*Jatropha* and trichomes." We identified eleven relevant articles. The earliest ones date back to the 1960s and 1970s, representing the initial descriptions of the genus's laticifers, including their structural characteristics, and, in some cases, latex analyses. In the 2000s, new significant studies emerged, which continued to describe laticifers, classifying them into articulated and non-articulated morphotypes, and also expanded their investigations to other secretory structures, such as emergences, foliar glandular trichomes, cavities, oil-secretory cells, and tannin idioblasts. Regarding laticifers, the studies suggested their function in defense against herbivores, wound sealing, and antibacterial protection, similar to other species in latex-bearing families. These same studies also inferred that the presence of different types of laticifers (articulated and non-articulated) is not a precise diagnostic feature within the subgenus or sections of *Jatropha*. Despite the significant economic importance of the oil produced from the seeds, only one study was found focusing on the characterization of cavities and oil-secretory cells in *Jatropha curcas*, including in fruits, expanding the possibilities for oil extraction and application. Three papers addressed other secretory structures such as emergences and glandular trichomes; although they did not conduct specific analyses of the chemical composition of the exudates from these structures, they suggested a potential protective role against herbivores. It is important to highlight that, in addition to the scarcity of studies on the anatomy and morphology of secretory structures in *Jatropha*, future research should be more comprehensive, including the analysis of the interactions of these structures with animals and the chemical composition of the exudate. Only after these detailed analyses and observations can one confidently infer the function of a secretory structure for the species under study and explore its potential for taxonomy or other related studies.

Keywords: biofuels; oils; laticifers; oil cavities; latex.

1 INTRODUÇÃO

O nome *Jatropha* deriva do grego “iatros” que significa doutor e “trofe”, o qual significa alimento, nome sugestivo da importância medicinal do gênero (Clérici *et al.*, 2013). O gênero *Jatropha* L. pertence à tribo *Jatropha* Baill da subfamília Crotonoideae Burmeister (Euphorbiaceae). Esta subfamília inclui ervas, arbustos e árvores. Quanto aos caracteres vegetativos, destaca-se por possuir folhas simples, palmati-lobadas, margem foliar diversa e estruturas secretoras diversas, como idioblastos, laticíferos, tricomas e emergências glandulares, (Vitarelli *et al.*, 2015; Webster, 1994).

Jatropha possui mais de 180 espécies tropicais e subtropicais (Dehgan, 2012). Dehgan e Webster (1979) dividiram o gênero em “*Jatrophas* do Novo Mundo” e “*Jatrophas* do Velho Mundo”, os autores enfatizaram, neste trabalho, que a maior parte das espécies catalogadas vem das regiões tropicais, sub-tropicais e das regiões semiáridas das Américas, sendo apenas seis espécies encontradas na África e na Ásia. Em estudo posterior, Hemming e Radcliffe-Smith (1987) descreveram 26 espécies, que estão localizadas no nordeste das África Tropical. Steinmann (2002) relata que há 186 espécies de *Jatropha* em todo o mundo e que 48 destas espécies estão presentes no México, cujo endemismo aparece em 39 espécies, como diz Fresnedo-Ramírez e Orosco Ramírez (2012). Os mesmos autores infatizam que aproximadamente 21 % das espécies do gênero são encontradas no México, sugerindo que o México é o centro de diversidade e endemismo para este gênero.

Das espécies do gênero, 86 são encontradas na região neotropical. O restante das espécies, como citado anteriormente, estão concentradas na África, com algumas espécies em Madagascar e na Ásia, conforme pontuam Dehgan (2012) e Webster (2014).

Na Flora do Brasil (2020), obra em construção, foram catalogadas 13 espécies do gênero, sendo 6 endêmicas e 4 variedades, sendo 3 endêmicas, em que a região central é a região que detém o maior número de espécies (11), seguida pelo nordeste, com (9) espécies, sudeste com (5), e sul e norte com quatro espécies cada. As espécies endêmicas nativas do Brasil são *Jatropha bornmuelleri* Pax, *Jatropha breviloba* (Morong) Pax & K.Hoffm., *Jatropha catingae* Ule., *Jatropha hastifolia* Fern.Casas, *Jatropha isabellei* Müll.Arg, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. var. *molíssima*, *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. var. *ribifolia*, *Jatropha stigmatorosa* Pax & K.Hoffm e *Jatropha bornmuelleri* var. *penicillata* Fern.Casas.

Em recente trabalho de Moreira *et al.* (2020), foram descritas duas novas espécies para o gênero que ainda não constam na Flora Brasil, são elas: *Jatropha longibracteata* A.S. Moreira & Carn.-Torres, sp. Nov e *Jatropha paganuccii* A.S. Moreira & Carn.-Torres, sp. N.

Três são os fatores práticos principais que motivam o estudo do gênero *Jatropha*: seu potencial uso como ornamental, seus usos medicinais e as propriedades do óleo extraído das sementes de várias espécies, que têm sido utilizadas para a produção de tintas e solventes, de acordo com McVaugh (1945) e Fresnedo-Ramírez e Orosco-Ramírez (2013).

Os autores supracitados ainda enfatizam que a partir de 1950, a obtenção do óleo ganhou importância devido à sua utilização como insumo na produção de biodiesel a ser utilizado em motores de combustão interna, extraído a partir do óleo da semente de pinhão-manso,

como descreve Heller (1996).

Nas últimas duas décadas, os estudos sobre a utilização do óleo de pinhão-mansão (não comestível) como matéria-prima para biocombustível ganharam força, resultando em cultivo em escala industrial (Depavan *et al.*, 2011). Além disso, esta espécie tem potencial para crescer em ambientes perturbados (King *et al.*, 2009) e, embora existam estudos sobre esta espécie e estudos taxonômicos estejam sendo desenvolvidos para o gênero, poucos são os estudos que abordaram a ecologia e a distribuição do gênero. Esses estudos são necessários para o desenvolvimento de conhecimento adicional sobre sua ecologia e evolução, e também são importantes para o desenvolvimento de estratégias de uso, conservação e manejo dos recursos genéticos das espécies desse grupo (Fresnedo-Ramírez e Orosco-Ramírez, 2013).

Os estudos do gênero *Jatropha*, sob o ponto de vista de seus constituintes fitoquímicos de propriedades medicinais, talvez tenham sido, até hoje, o fator mais relevante tendo em vista que, independentemente da espécie, extratos de diferentes partes como folha, caule, casca e raízes da planta *Jatropha* têm sido utilizados na etnomedicina há muito tempo (Duke, 1985).

O gênero *Jatropha* é uma fonte riquíssima de fitoquímicos, como alcalóides, ligninas, peptídeo cíclicos e terpenos, com uma ampla gama de atividades biológicas (Devappa *et al.* (2011), como propriedades antitumorais em *Jatropha gossypifolia* L., *Jatropha divaricata* Sw., *Jatropha podagrica* Hook.; citotóxicas em *Jatropha elliptica* (Pohl), *Jatropha gossypolia*, *Jatropha isabellei* Müll. Argl., *Jatropha integerrima* Jacq., *Jatropha curcas* L., *Jatropha divaricata* Sw, *Jatropha multifida* L., *Jatropha phyllanthanthe* Müll. Argl., moluscicida, *Jatropha elliptica*, *Jatropha isabellei*, *Jatropha curcas*; leishmanicidas em *Jatropha elliptica*, *Jatropha grossidentata* Pax & K.Hoffm.; gastroprotectoras em *Jatropha elliptica*, *Jatropha isabellei*; antibacteriana em *Jatropha podagrica*, *Jatropha gossypifolia*, *Jatropha dioica* Sessé, *Jatropha grossidentata*, *Jatropha integerrima*, *Jatropha curcas*; antiplasmodiais em *Jatropha grossidentata* e *Jatropha integerrima*; efeitos anti-invasivos em células tumorais em *Jatropha curcas*, insecticidas em *Jatropha curcas*, rodenticidas em *Jatropha curcas* e antifúngicas em *Jatropha weddeliana* Baill. e *Jatropha podagrica*.

Se o estudo do ponto de vista econômico, medicinal e ecológico deste gênero é importante, seja pela produção do biodiesel, do látex e de outras diversas substâncias presentes nas interações ecológicas, faz-se extremamente importante o estudo das secreções que estas plantas produzem, bem como o estudo das estruturas secretoras (tecidos, ou células isoladas), que produzem estas secreções. Por exemplo, para determinar a importância do exsudado para a planta, além da análise da natureza química do exsudato, deve haver a avaliação do período de atividade secretora e uma descrição morfológica e anatômica detalhada das estruturas secretoras envolvidas na produção de determinada substância. Estudos isolados em quaisquer uma destas três vertentes (natureza química, descrição morfo-anatômica e período secretor) não são suficientes para atribuir um papel a uma estrutura ou às suas secreções.

Sabe-se, também, que a anatomia vegetal constitui uma ferramenta muito útil para a caracterização de espécies e realização de análises sobre variações específicas (Cutter, 1978; Fahn, 1982). Diversos estudos também comprovaram a importância das estruturas secretoras no esclarecimento de problemas taxonômicos (Coutinho *et al.*, 2013; Dalvi *et al.*, 2013), bem como em abordagens evolutivas (Vitarelli *et al.*, 2015).

Nesta perspectiva, nossa pesquisa busca encontrar o que já existe na

literatura a respeito do estudo morfo-anatômico das estruturas secretoras em *Jatropha*, por acreditar que artigos que estudem estas estruturas são essenciais no entendimento do gênero e de suas potencialidades, além de compreender o que os trabalhos já realizados podem nos agregar de conhecimento quanto às estruturas secretoras e quais são os novos direcionamentos ou lacunas existentes quanto ao estudo das estruturas secretoras neste grupo.

2 METODOLOGIA

Este estudo é uma revisão sistemática de literatura e consiste em uma síntese exata de todas as investigações relacionadas a uma questão específica, concentrando-se, principalmente, em estudos experimentais (Souza *et al.*, 2008). A revisão sistemática, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura existente sobre determinado tema, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (Lind; Willich, 2003).

A revisão foi realizada em três etapas, sendo a primeira o estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses que disponibilizassem o texto completo e com a versão on-line de maneira gratuita e/ou acessível; produções nacionais e internacionais publicadas nos idiomas português, espanhol e inglês. Os critérios de exclusão utilizados foram: trabalhos que, após a leitura do título, não estavam relacionados à temática e nos quais o resumo não convergia com o objeto de estudo proposto, além das publicações que se repetiram nas bases de dados.

A segunda etapa foi a seleção das bases de busca para a construção da pesquisa. Assim, buscaram-se trabalhos nas bases eletrônicas de SciELO, Portal de Periódicos CAPES e Google Acadêmico, publicados até 2022. A terceira etapa foi a busca por trabalhos científicos nos bancos de dados escolhidos utilizando-se as seguintes palavras: *Jatropha* and secretory structures, *Jatropha* and laticifers, *Jatropha* and extrafloral nectaries e *Jatropha* and trichomes e as mesmas palavras, posteriormente, em português. Este direcionamento na busca por determinadas estruturas secretoras, como laticíferos, nectários extraflorais e tricomas, fez-se baseada nas estruturas mais frequentemente citadas para a família e para o gênero, como demonstrado na introdução do trabalho.

Como critério de seleção para os artigos, optamos por elencar aqueles trabalhos que possuíam no seu título o nome do gênero estudado e o nome “estruturas secretoras” em geral ou uma estrutura secretora em específico (laticífero, cavidades, tricomas), pois estes trabalhos eram os que estavam estritamente relacionados à estrutura secretora e ao gênero em estudo e não à secreção somente ou a outros caracteres anatômicos gerais do gênero.

Para que nossos resultados e discussões ficassem mais claros e elucidativos, optamos por realizar uma tabela que incluísse o nome do trabalho, as espécies de *Jatropha* e as estruturas secretoras estudadas, bem como o ano de publicação e os autores do trabalho. A tabela começa pelo trabalho que estuda as cavidades e células secretoras em *J. curcas*, seguido por sete trabalhos que tratam exclusivamente do estudo dos laticíferos em diversas espécies do gênero, terminando com três estudos que analisam todas, ou a maior parte das estruturas secretoras encontradas nas espécies estudadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos trabalhos selecionados para a revisão, as espécie *J. curcas* é a mais estudada, sendo objeto de estudo em seis trabalhos seguidas de *J. podagarica* e *J. gossypifolia* presente em quatro estudos, *J. dioica*, *J. molíssima*, e *J. excisa* em dois estudos e as demais espécies, *J. tanjorensis*, *J. macrocarca*, *J. pedersenii*, *J. ribifolia* e *J. Jatropha pandurifolia var. rosea* aparecem em apenas um estudo.

Pode-se atribuir um maior número de estudos das estruturas secretoras em *J. curcas* devido a maior importância econômica atribuída a esta espécie. A espécie *J. curcas*, também chamada popularmente de pinhão manso, é uma espécie perene e monóica, caracterizada pela presença de látex, pertencente à família Euphorbiaceae (Laviola *et al.*, 2015). Nos últimos anos, essa planta tem despertado interesse significativo devido ao seu elevado potencial econômico (Laviola *et al.*, (2015). Na espécie *J. curcas*, o óleo da semente é composto de ácidos oleico, linoleico e palmítico, que tornam o óleo viável para a produção de biocombustíveis (Gübitz; Mittelbach; Trabi, 1999), sendo o principal fator que torna esta espécie tão atrativa como produtora de biodiesel de segunda geração, tornando este o principal argumento econômico para os estudos em diferente áreas nesta espécies (Neupane, 2021). Porém, a espécie apresenta várias outras aplicações, além da produção de biodiesel, como: controle de erosão, estabelecimento de cercas vivas, melhoria do solo, alimentação animal e usos medicinais (Alherbawi *et al.*, 2020). Segundo Chhabra, Mahunnah e Mshiu (1990), as folhas de *J. curcas* são compostas de flavonóides, esteróis, alcalóides e álcool, que são responsáveis por vários valores medicinais (Prasad, Izam; Khan, 2012).

Além desses usos, várias partes de *J. curcas* contêm produtos químicos, como a sapogenina, que são usados para produzir sabão e biocidas (inseticidas, fungicidas, moluscicidas e nematocidas) (Chitra; Dhyani, 2006). Da mesma forma, o uso direto do óleo de *J. curcas* sem qualquer modificação ou alteração pode ser usado em motores mais antigos e motores que operam com tecnologias atuais, como, por exemplo, bombas e geradores (Achten *et al.*, 2008).

A quantidade de trabalhos encontrados em nossa revisão, que estudaram e caracterizaram morfo-anatomicamente as estruturas secretoras produtoras do látex (laticíferos) e de óleos (cavidades e células secretoras) em *J. curcas* não é proporcional ao potencial econômico e medicinal desta espécie. Apesar da importância já mencionada do óleo e do látex, pouca atenção é dada às estruturas secretoras responsáveis por sua produção. Infelizmente, a grande importância atribuída aos estudos focam apenas nos métodos extrativos das secreções, na composição química das mesmas e nos fatores bióticos que afetam sua produção, levam a comunidade científica a subestimar a relevância dos estudos morfo-anatômicos das estruturas secretoras responsáveis pela produção de tais secreções. Esse fato foi claramente observado em nossa revisão sistemática, principalmente, no que se refere às estruturas produtoras de óleo. Foi encontrado apenas um estudo que caracterizou a morfologia e anatomia das estruturas secretoras de óleo nos frutos e sementes de *J. curcas*, (Librea; Tolentino, 2012).

No estudo de Librea e Tolentino (2012), foram identificadas em *J. curcas*. duas estruturas envolvidas na produção de óleos: células e cavidades secretoras, como pode ser visto na tabela 1, que se encontra em anexo.

As cavidades secretoras são estruturas internas compostas por um espaço cercado por células epidérmicas. Essas estruturas podem ser classificadas em três

tipos: esquizógenas, lisígenas ou esquizolisígenas. As cavidades esquizógenas referem-se às cavidades em que o conteúdo celular é secretado sem a ruptura das células epiteliais. Em contraste, as cavidades lisígenas são aquelas em que o conteúdo celular é liberado por meio da lise das células. As cavidades esquizolisígenas são caracterizadas pela presença de ambos os tipos de secreção. (Fahn,1988; 2002). No estudo de Librea e Tolentino (2012), as autoras classificaram as cavidades como esquizógenas, por observarem o revestimento epitelial intacto durante todo o desenvolvimento da estrutura secretora.

Em sementes *J. curcas*, as células oleíferas encontradas podem ser classificadas como idioblastos, estes são células secretoras que se distinguem de outras células do tecido devido à sua forma, tamanho e, principalmente, ao conteúdo que possuem (Souza, 2003; Castro; Machado, 2012). Os idioblastos podem ocorrer individualmente ou em grupos, conforme observado por Ferri *et al.* (1981).

Nestes dois tipos de estruturas secretoras, a secreção reagiu positivamente para o teste de lipídeos totais, que foi confirmatório com os reagentes Sudan IV e Black B, apresentando coloração alaranjada e negro azulada, respectivamente.

A função primordial dos lipídeos nas plantas é servir como reserva de energia para a sobrevivência do vegetal. Essa classe de compostos é derivada da glicose produzida durante a fotossíntese e desempenha um papel crucial no armazenamento de energia. Além disso, os lipídeos também desempenham um possível papel na defesa contra a herbivoria, como discutido por Appezzato-da-Glória *et al.* (2006).

As células oleaginosas são encontradas no endocarpo de sementes de meia- idade e maduras, o que indica que a extração do óleo em *J. curcas* não precisa, necessariamente, se limitar às sementes maduras.

As cavidades oleaginosas estão presentes em todos os estágios de desenvolvimento do fruto, bem como nas sementes de meia-idade e maduras. Isso sugere que os frutos podem ser uma potencial fonte para a extração de óleos, abrindo a possibilidade de investigar a viabilidade da extração de óleos desses órgãos, além das sementes. Caso pesquisas futuras confirmem a viabilidade dessa extração e o potencial dos óleos obtidos, este estudo, mesmo sendo classificado como um estudo básico, terá uma importância inestimável por permitir uma extração eficiente, aumentando o rendimento dos óleos e aproveitando ao máximo a planta (Librea; Tolentino, (2012).

Estudos como este, que caracterizam dois tipos de estruturas secretoras distintas produzindo a mesma substância, em um mesmo órgão, também são a base para pesquisas sobre as diferenças na composição química das substâncias produzidas, bem como para estudos que comparam o rendimento de óleo com base na localização topográfica na planta. Tipos de estruturas secretoras semelhantes podem produzir substâncias com composições químicas diferentes, dependendo da localização em que são encontradas no mesmo órgão de uma espécie, ou em órgãos diferentes da mesma espécie, como visto em ductos secretores de algumas espécies de Anarcardiaceae (Tolke *et al.*, 2021).

Em nossa revisão, além do estudo das estruturas secretoras de óleo, foram selecionados trabalhos que estudaram a morfologia e/ou a anatomia dos laticíferos, idioblastos, glândulas e tricomas secretores. O estudo dos laticíferos nos órgãos vegetativos de *Jatropha* foi o foco principal dos artigos encontrados em nossa revisão, conforme observado na tabela 1, que está em anexo. Dos doze artigos selecionados, somente em um deles os laticíferos não aparecem.

Os primeiros artigos selecionados em nossa busca foram publicados nas décadas de 1960 e 1970. Dentre eles, destaca-se o estudo realizado por Deghan e Craig (1978), no qual os autores investigaram as folhas de 37 espécies do gênero por meio de microscopia óptica. Antes de nos aprofundarmos nesses estudos e na importância destes tanto para o estudo do gênero, quanto para a compreensão das estruturas secretoras específicas, é necessário ter uma compreensão mais clara do que são os laticíferos e suas especificidades.

Laticíferos são células que sintetizam o látex ou um conjunto de células conectadas que formam sistemas que atravessam vários tecidos do organismo vegetal (Evert, 2006). Diversas classificações têm sido propostas com o intuito de aprimorar a compreensão da diversidade morfológica dos laticíferos. A classificação mais comum é baseada na ontogenia dos laticíferos, na qual eles podem ser classificados como não articulados ou articulados.

Os laticíferos são denominados vasos articulados ou laticíferos articulados quando suas paredes terminais podem permanecer íntegras, tornar-se porosas ou, até mesmo, desaparecer completamente durante o desenvolvimento dos laticíferos. Se forem constituídos por uma única célula multinucleada que se alonga conforme o crescimento da planta, são denominados laticíferos não articulados ou células laticíferas (Fahn, 1979; Evert, 2006; Ascensão, 2007; Hagel; Yeung; Facchini, 2008). A condição multinucleada presente em ambos os tipos de laticíferos mencionados anteriormente pode ter origens distintas. No caso dos laticíferos articulados, essa condição ocorre devido à fusão dos protoplastos das células, enquanto nos laticíferos não articulados os núcleos se multiplicam, resultando em uma célula laticífera multinucleada (Evert, 2006). Ambos os tipos de laticíferos, articulados e não articulados, têm a capacidade de formar um sistema de tubos lineares que se estende longitudinalmente juntamente com o crescimento dos órgãos, ou podem formar uma rede de tubos interconectados que se estende radialmente.

Assim, esses laticíferos podem ser subdivididos em quatro subtipos: laticífero não articulado não ramificado, laticífero não articulado ramificado, laticífero articulado não anastomosado e laticífero articulado anastomosado (Fahn, 1979; Evert, 2006; Ascensão, 2007; Hagel *et al.*, 2008). A classificação precisa dos laticíferos requer estudos específicos, pois a distinção entre laticíferos não articulados e articulados é essencial para uma classificação adequada dos grupos de plantas (Pádua *et al.* 2020).

Laticíferos foram identificados em pelo menos 43 famílias pertencentes às plantas vasculares. As angiospermas constituem o grupo mais extenso, abrangendo 41 famílias, enquanto as samambaias e gimnospermas possuem apenas uma família cada com presença de laticíferos. É importante destacar que os laticíferos estão distribuídos em um amplo número de grupos nas angiospermas, incluindo os clados basais, magno-liídeas, monocotiledôneas, eudicotiledôneas basais, rosídeos e asterídeos. Entre as diversas formas morfológicas de laticíferos, o tipo articulado é o mais frequentemente observado, estando presente em 27 famílias. É relevante mencionar que, em algumas famílias, a ocorrência tanto de laticíferos articulados quanto de não articulados foi documentada, mas deve-se ter cuidado ao interpretar essas informações, visto que, na maioria dos estudos, não foi conduzida uma análise abrangente da ontogenia dos laticíferos (Pádua *et al.* 2020).

No contexto do gênero *Jatropha*, os estudos selecionados em nossa revisão que se concentram na análise anatômica dos laticíferos remontam às décadas de sessenta em Rao e Malaviya (1964); Cass (1967; 1968) e setenta em Deghan e

Craig (1978). Esses estudos desempenharam um papel pioneiro na investigação dos laticíferos presentes nas espécies deste gênero. Durante a década de sessenta, essas pesquisas se dedicaram a examinar diversas espécies de *Jatropha* em diferentes estágios de desenvolvimento, incluindo embriões maduros. Para isso, empregaram técnicas tradicionais de anatomia vegetal. Notavelmente, todos esses estudos constataram a formação e o desenvolvimento de laticíferos não articulados nas espécies estudadas, a saber, *J. curcas*, *J. podogarica*, *J. pandurifolia* var. *rósea*, *J. gossypifolia* e *J. dioica* (tabela 1, em anexo).

O trabalho de Rao e Malaviya (1964), apesar de ser o mais antigo, destacou-se como o estudo mais minucioso, incorporando observações detalhadas da coloração do látex. As análises revelaram uma variação na coloração, indo de marrom claro em caules jovens a marrom escuro avermelhado em caules mais maduros nas espécies *J. podogarica* e *J. pandurifolia* var. *rósea*. Em contrapartida, *J. gossypifolia* apresentou um látex de coloração marrom claro e brilhante.

Adicionalmente à análise da coloração, Rao e Malaviya (1964) conduziram testes para avaliar alguns dos constituintes químicos presentes no exsudato dos laticíferos das três espécies investigadas. Esses testes revelaram a presença positiva de enzimas proteolíticas, amilases e enzimas de coagulação no látex. Além disso, os autores realizaram ensaios para avaliar a atividade antimicrobiana do látex das três espécies, obtendo resultados positivos nesse aspecto.

Ainda no tocante à pesquisa conduzida por Rao e Malaviya (1964), os autores identificaram a existência de estruturas distintas no látex, as quais, inicialmente, atribuíram a denominação de "cristais". Entretanto, é relevante notar que, já no mesmo estudo, os autores aventuraram a hipótese de que essas estruturas, inicialmente consideradas como cristais, poderiam, na realidade, ser grãos de amido. Essa suposição foi posteriormente confirmada em um estudo subsequente realizado por Deghan e Craig (1978).

É interessante ressaltar que, mesmo naquela época, quando persistiam muitas incertezas quanto à função do látex e seus componentes, os autores já compreendiam que esse exsudato não se limitava a ser simplesmente um subproduto excretado pelas plantas, como frequentemente se supunha. Ao contrário, reconheciam que o látex consistia em uma mistura substancialmente complexa, contendo enzimas, aminoácidos, açúcares e outros compostos, de acordo com as observações de Esau (1962).

Atualmente, sabe-se que o látex representa uma complexa combinação de substâncias metabólicas, abrangendo lipídios, proteínas, carboidratos, grânulos de amido, mucilagens, cardenólídeos e alcalóides, conforme documentado por diversas fontes acadêmicas, a exemplo de Fahn (1979), Konno (2011), Demarco *et al.* (2013) e Demarco (2015). Sua principal função é a proteção contra herbivoria, dada a presença de vários compostos com propriedades tóxicas. Adicionalmente, o látex exibe uma notável capacidade de coagulação, o que se traduz na rápida vedação das lesões nas plantas e, por conseguinte, na inibição da infiltração de agentes patogênicos, como bactérias e vírus, conforme observado em diversos estudos, a exemplo de: Wink (2008), Konno (2011), Bauer *et al.* (2014), Demarco (2015), Dussourd (2017).

O trabalho de Deghan e Craig (1978) investigou minuciosamente as folhas de 37 espécies de *Jatropha*, originárias de diversas regiões geográficas. Segundo os autores, o propósito principal desse estudo foi ampliar o conhecimento acerca das relações entre as espécies de *Jatropha*, fornecendo informações essenciais

sobre as implicações decorrentes da presença de diferentes tipos de laticíferos. Além disso, os autores almejavam destacar a relevância dessas descobertas para o gênero *Jatropha* em questão e para as relações com outros gêneros pertencentes à mesma família.

Foram selecionadas 37 espécies, distribuídas em dois subgêneros de *Jatropha*: o subgênero *Jatropha*, que compreende 20 espécies, e o subgênero *Curcas*, com 17 espécies. No subgênero *Jatropha*, das 20 espécies analisadas, 11 apresentaram tanto laticíferos articulados (LA) quanto laticíferos não articulados (LNA), enquanto seis possuíam exclusivamente LA e uma espécie possuía apenas LNAs. Já no subgênero *Curcas*, 11 das 17 espécies apresentaram ambos os morfotipos de laticíferos, ou seja, LA e LNA; cinco espécies possuíam apenas o morfotipo articulado, e uma espécie apresentava somente o morfotipo não articulado (conforme apresentado na tabela 1, em anexo) Os autores Deghan e Craig (1978), além de descreverem os morfotipos de laticíferos articulados e não articulados, identificaram uma terceira estrutura secretora responsável pela produção de látex, a qual deram o nome de "idioblastos laticíferos".

Essas estruturas foram observadas exclusivamente nas folhas de três espécies pertencentes ao subgênero *Jatropha* e em 12 espécies do subgênero *Curcas* (tabela 1, em anexo).

De acordo com os autores, esses tipos não poderiam ser categorizados apenas como idioblastos, uma vez que apresentavam uma notável semelhança visual em relação ao conteúdo granular de natureza semelhante à secreção dos laticíferos. Além disso, a espessura da parede dessas estruturas era igual à espessura da parede dos laticíferos e sua coloração era similar, quando usados os corantes verde rápido e safranina. Com base nessas observações, os autores consideraram que havia motivos suficientes para classificar a natureza laticífera dos idioblastos e, como mencionado anteriormente, cunharam o termo "idioblastos laticíferos" para descrever essas células secretoras.

De fato, considerando a definição abrangente de laticíferos como células ou conjunto de células conectadas que sintetizam o látex e que se estendem por vários tecidos da planta, conforme descrito por Evert, (2006), a classificação específica dos "idioblastos laticíferos" pode ser considerada redundante. Nesse contexto, seria suficiente descrever os "idioblastos laticíferos" como células que desempenham o papel de produtoras de látex, sem a necessidade de uma classificação adicional. Essa abordagem simplificada seria congruente com a definição mais ampla e inclusiva de laticíferos, promovendo uma maior clareza na descrição das células envolvidas na síntese do látex.

O que parece ser um caráter diagnóstico eficaz para diferenciar as espécies dos subgêneros são os cristais, que estão presentes no subgênero *Curcas* e ausentes no subgênero *Jatropha*. Entretanto, é importante observar que, como os cristais não são formados por estruturas secretoras, não entraremos aqui em uma discussão detalhada sobre eles. No entanto, é interessante destacar que, assim como os laticíferos, os cristais parecem desempenhar um papel relevante na proteção contra a herbivoria, como mencionado por Apezato e Carmello-Guerreiro (2006).

Os mesmos autores ainda enfatizam que o uso de laticíferos ou qualquer outro caráter anatômico como critério taxonômico só é válido se for respaldado por outras linhas de evidência. Isso ressalta a importância dos estudos atuais que podem realizar a complementação de informações por diversas fontes, usando dados morfológicos, moleculares, ecológicos e filogenéticos, para uma taxonomia

sólida e confiável. A análise multifacetada auxilia na construção de classificações taxonômicas mais precisas e fundamentadas, garantindo uma compreensão mais abrangente das relações entre as espécies e subgrupos dentro de um gênero ou família botânica.

Embora a presença e a distribuição de laticíferos nas plantas sejam consideradas por muitos autores como um critério diagnóstico para diversos grupos taxonômicos (Pádua *et al.*, (2020), são escassos os estudos que estabelecem relações entre a anatomia e a ontogenia distintas dessas estruturas e os táxons nos quais ocorrem. É mais provável que diferentes tipos de laticíferos possam ser encontrados em diferentes espécies pertencentes à mesma família, como destacado por Evert (2006), Fahn (1979) e Hagel *et al.* (2008).

Após contribuições do trabalho de Degahn e Craig (1978), nossa revisão identificou um hiato de duas décadas sem a publicação de estudos significativos sobre as estruturas secretoras em *Jatropha*. Surpreendentemente, dos seis trabalhos selecionados durante a revisão na década de 2000, três deles retomaram o foco nos laticíferos (tabela 1, em anexo). Essa lacuna temporal sugere uma retomada do interesse em investigar essas estruturas e sua importância no contexto das espécies de *Jatropha*, principalmente pela importância econômica e medicinal do látex.

É relevante observar que os estudos realizados na década de 2000 marcaram a primeira vez em que os laticíferos de espécies como *Jatropha tanjorensis*, *Jatropha molíssima*, *Jatropha exisa*, *Jatropha macrocarca* e *Jatropha pedersenii* foram investigados em folhas e caules e classificados, respectivamente, como somente articulados em *J. tanjorensis*, somente não articulados em *J. molíssima* e articulados e não articulados para *J. exisa*, *J. macrocarca* e *J. pedersenii*. Além disso, três estudos revisitaram a análise dos laticíferos em *J. curcas*, o que pode ser atribuído à crescente importância econômica que essa espécie adquiriu na produção de biodiesel de segunda geração (tabela 1, em anexo).

O estudo de caracterização dos laticíferos em *Jatropha curcas* realizado por Liu (2006) apresenta resultados conflitantes em relação aos trabalhos anteriores que investigaram a mesma espécie, como os de Degahn e Craig (1978) e Krishnamurthi (2013). Enquanto os últimos autores classificaram os laticíferos de *J. curcas* exclusivamente como laticíferos articulados, Liu (2006) sugere a presença de ambos os tipos de laticíferos, articulados e não articulados, nos caules e folhas da espécie. Essa divergência nas conclusões ressalta a importância da continuidade das pesquisas para esclarecer e consolidar o entendimento sobre a anatomia das estruturas secretoras em *J. curcas*.

Apesar de reconhecer a importância dos laticíferos, é crucial destacar que o gênero *Jatropha* possui outras estruturas secretoras documentadas, como células e cavidades oleíferas em Librea e Tolentino (2012) e idioblastos, tricomas e emergências glandulares em Vitarelli *et al.*, (2015) e Webster (1994). A ausência de estudos dedicados a essas estruturas secretoras empobrece nosso conhecimento sobre o gênero e a família Euphorbiaceae como um todo. Isso ocorre porque muitas dessas estruturas secretoras não estudadas, especialmente as emergências e tricomas glandulares, parecem desempenhar um papel fundamental nas interações ecológicas dessas plantas.

Desse modo, dos trabalhos dos anos 2000 selecionados em nossa revisão, somente três deles trouxeram novos registros significativos para as estruturas secretoras em *Jatropha* e, por este motivo, iremos abordar estes mais

detalhadamente em detrimento dos outros.

Os autores Leal e Agra (2005), em seu estudo sobre *Jatropha ribifolia* e *Jatropha molissima*, e Barros (2018), em sua pesquisa envolvendo *Jatropha excisa* e *Jatropha pedersenii*, além de investigarem os laticíferos nas folhas e caules das espécies de *Jatropha* mencionadas, também identificaram a presença de glândulas etricomas nas lâminas foliares e pecíolos dessas mesmas espécies. No entanto, o trabalho conduzido por Silva *et al.* (2010) se limita ao registro de tricomas glandulares nas lâminas foliares e pecíolos das espécies estudadas, *Jatropha gossypifolia* e *Jatropha curcas*.

O registro dessas estruturas é de suma importância para essas espécies, uma vez que os tricomas e as glândulas foliares, dependendo dos exsudatos que produzem, podem desempenhar papéis significativos tanto na atração de insetos quanto na prevenção contra a herbivoria (Fahn, 1979). No entanto, nenhum dos três trabalhos apresenta uma descrição anatômica detalhada dessas estruturas secretoras, tampouco esclarece os compostos produzidos por elas, o que dificulta quaisquer tentativas de atribuir funções específicas a essas estruturas secretoras.

O trabalho de Barros (2018), embora não forneça uma descrição anatômica detalhada das glândulas por meio de esquemas ou imagens, explicita sua distribuição e descreve suas formas, caracterizando-as como emergências. Isso nos sugere que podem ter sido realizadas seções no material para se chegar a essa conclusão. Em *J. excisa* e *J. perdeseni*, as emergências glandulares encontradas nos pecíolos são ramificadas, e seu tamanho aumenta à medida que se aproximam da parte próxima da lâmina. Em ambas as espécies, as estípulas também são glandulares e mais ramificadas do que as outras emergências foliares.

Apesar de não terem sido relatadas glândulas para a terceira espécie estudada (*J. macrocarpa*), essa espécie, assim como as outras investigadas no estudo, apresentou células taníferas associadas ao xilema.

Ainda no trabalho de Barros (2018), as emergências presentes na lâmina foliar de *J. excisa* e *J. perdeseni* estão distribuídas na margem e estão intercaladas com os tricomas unisseriados, enquanto em *J. macrocarpa* a margem é glabra. A autora ainda descreve, especificamente, o formato das emergências foliares marginais, que diferem das emergências do pecíolo, apresentando ápice achatado em forma de botão e sendo formadas pela extensão dos tecidos epidérmicos, parenquimatosos e vasculares, o que confirma a classificação dessas estruturas como emergências. Da mesma forma que foi observado para o pecíolo, foram encontradas células taníferas associadas ao xilema da nervura central da lâmina foliar de *J. macrocarpa*, que, assim como descrito para o pecíolo, não possui nenhum apêndice epidérmico e é considerada glabra.

A ocorrência de emergências glandulares foliares foi documentada em diversas famílias botânicas, incluindo Haloragaceae, Apocynaceae, Asteraceae (subtribo Ecliptinae) e Euphorbiaceae, conforme relatado em estudos anteriores: Ezcurra (1981); Guantay *et al.* (2008); Kakkar e Paliwal (1972); Lapp *et al.* (2004); Negritto *et al.* (1995) e Untawale e Mukherjee (1968). No caso das Asteraceae, a presença dessas glândulas glandulares é muito importante, pois elas desempenham papel fundamental na proteção dos primórdios das folhas contra predação (Ezcurra, 1981). No gênero *Jatropha*, a presença de tais glândulas também foi documentada para *J. gossypifolia* por Untawale e Mukherjee (1968) e para *J. excisa* por Hadid *et al.* (2013).

Essas glândulas produzem secreções que atuam como um impedimento para possíveis predadores ou insetos fitófagos que tentam se alimentar de várias

partes da planta. As substâncias secretadas são produzidas por células epidérmicas com formato colunar e se acumulam em forma de vesículas abaixo da cutícula até serem liberadas quando ocorre a ruptura da membrana.

Geralmente, essas secreções têm consistência pegajosa e, por vezes, apresentam coloração. No entanto, para que possamos concluir que as emergências e os tricomas glandulares em cada uma das espécies de *Jatropha* possam ser preventivos à herbivoria, estudos mais amplos que realizem a caracterização química da secreção, a observação das relações entre os animais e as estruturas, bem como a avaliação do horário de maior secreção devem ser realizados, só assim pode-se ter certeza da função de cada uma das estruturas secretoras (Fahn, 1982).

Barros (2018) sugere que as emergências glandulares podem ser utilizadas como critérios delimitadores em seções específicas. Por exemplo, *J. excisa* e *J. pedersenii*, que fazem parte da seção *Jatropha*, exibem tanto tricomas quanto emergências glandulares. Em contraste, *J. macrocarpa*, pertencente à seção *Peltatae*, não apresenta essas características glandulares. No entanto, para que essa hipótese possa ser testada, é necessário um estudo mais detalhado das glândulas, abrangendo um número significativamente maior de espécies. Como contraponto a essa hipótese, citamos o caso das espécies de *J. molíssima* e *J. ribifolia* estudadas por Leal e Agra (2005), nas quais ambas possuem tanto tricomas quanto emergências glandulares semelhantes a *J. excisa* e *J. pedersenii*, apesar de estarem em outra seção, a seção *Curcas*.

Em relação às estruturas secretoras encontradas no trabalho de Barros (2018), além das emergências e dos tricomas, registra-se a presença das células taníferas nas folhas das três espécies analisadas. Essas células taníferas podem ser mais apropriadamente denominadas de idioblastos taníferos. Neste estudo, a natureza química do exsudato foi avaliada por meio de testes histoquímicos. Dessa forma, a autora conseguiu inferir a função anti-herbívora dos idioblastos taníferos nas folhas das espécies estudadas. Os taninos são, frequentemente, considerados como compostos tóxicos que causam uma notável redução no crescimento e na taxa de sobrevivência de diversos herbívoros quando incorporados à sua dieta. Adicionalmente, os taninos desempenham um papel significativo como agentes de dissuasão alimentar para uma ampla variedade de animais em Taiz e Zeiger (2006). Além disso, é válido destacar que esses compostos também desempenham uma função importante na proteção da planta contra a radiação ultravioleta (Ponce, 1986).

Para concluir a discussão sobre o trabalho de revisão, é importante ressaltar que, embora os três estudos tenham registrado tricomas em suas folhas (tabela 1, em anexo), todos os tenham considerado glandulares. No entanto, ao examinar as imagens apresentadas, especialmente no estudo de Barros (2018), notamos que esses tricomas se assemelham muito mais a tricomas tectores. Portanto, sugere-se a necessidade de um estudo mais detalhado dessas estruturas, para que os autores possam afirmar com segurança se os tricomas foliares são realmente glandulares. Além disso, ressalta-se que é crucial realizar a caracterização química da secreção para inferir a função dessas estruturas.

4 CONCLUSÃO

Frente à importância econômica e medicinal de *Jatropha*, são poucos os estudos que investigam minuciosamente as estruturas secretoras do gênero, as

quais estão intimamente relacionadas à produção dos compostos de uso industrial (óleo) e de uso medicinal (látex).

No que diz respeito aos laticíferos, os estudos futuros deveriam priorizar não apenas a análise de órgãos adultos, mas também o estudo de embriões jovens e em desenvolvimento. Somente estudos realizados nesses estágios podem nos fornecer uma orientação precisa sobre a ontogenia do laticífero. Através da ontogenia, pode-se definir com certeza se eles são articulados ou não articulados e se podem ser utilizados como caracteres diagnósticos.

Possivelmente, a maior lacuna, além da escassez de trabalhos sobre as estruturas secretoras do gênero, é a abordagem insuficiente dada às glândulas e aos tricomas encontrados nas espécies. Nos trabalhos existentes, não foram encontradas fotos dos estudos anatômicos dessas estruturas, o que não nos permite afirmar, definitivamente, se essas estruturas são emergências, no caso das glândulas, ou se os tricomas são, realmente, glandulares.

Para que possamos, verdadeiramente, compreender o papel que as glândulas e os tricomas encontrados em muitas espécies de *Jatropha* desempenham, provavelmente relacionado à interação com insetos herbívoros ou polinizadores, é necessário que os novos estudos sobre as estruturas secretoras, além da descrição morfoanatômica, incluam a caracterização histoquímica e química da secreção. Também é essencial observar a fase em que a estrutura produz secreção em maior quantidade e examinar a interação dessas estruturas com insetos em campo.

REFERÊNCIAS

ABDULRAHAMAN, A. A.; OLADELE, F. A. Response of trichomes to water stress in two species of *Jatropha*. **Insight Botany**, v. 1, n. 2, p. 12, 2011.

ACHTEN, Wouter MJ *et al.* *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063-1084, 2008.

ALHERBAWI, Mohammad *et al.* *Jatropha curcas* for jet biofuel production: Current status and future prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 135, p. 110396, 2021.

ALMEIDA, Luciane Madureira *et al.* *Jatropha curcas* L. Latex Production, Characterization, and Biotechnological Applications. *In: Jatropha, Challenges for a New Energy Crop*. Springer, Singapore, 2019. p. 437-459.

ASCENSÃO, L. Estruturas secretoras em plantas: uma abordagem morfo-anatômica. **Potencialidades e aplicações das plantas aromáticas e medicinais. Curso Teórico-Prático**, v. 3, p. 19-28, 2007.

BATISTA, Rafaela Fernanda. **Estudo dos aspectos morfológicos e anatômico-foliares do pinhão-manso (*Jatropha curcas* EUPHORBIACEAE)**. 2010.

BFG (The Brazil Flora Group). **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://dspace.ibri.gov.br/jspui/handle/doc/118>. Acesso em: 10. Fev. 2022.

CARRÉRA, Jéfyne Campos. **Estruturas secretoras e rendimento de óleo**

essencialde Croton sacaquinha Croizat. e dois morfotipos de Croton cajucara Benth.(Euphorbiaceae). Belém: Univ. Estado Pará, 2016.

CASS, D. D. Observations on the ultrastructure of the non-articulated laticifers of *Jatropha podagrica* (Euphorbiaceae). **Experientia**, v. 24, n. 9, p. 961-962, 1968.

CASS, David Dalman. **Origin and development of the non-articulated laticifers of *Jatropha dioica*.** 1967. Tese de Doutorado. The University of Oklahoma, 1967.

CHHABRA, S. C.; MAHUNNAH, R. L. A.; MSHIU, E. N. Plants used in traditional medicine in Eastern Tanzania. III. Angiosperms (Euphorbiaceae to Menispermaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 28, n. 3, p. 255-283, 1990.

CHITRA, Shanker *et al.* Insect pests of *Jatropha curcas* L. and the potential for their management. **Current Science**, v. 91, n. 2, p. 162-163, 2006.

CLÉRICI, S. *et al.* Caracterización morfológica y citogenética de *Jatropha excisa*, en la ecorregión chaco seco de la provincia de Catamarca. **Revista Virtual - Revista Biología en Agronomía**, v. 3, n. 1, p. 24-36, 2013.

COSTA, E. R. *et al.* Two origins, two functions: The discovery of distinct secretory ducts formed during the primary and secondary growth in *Kielmeyera*. **Plants**, v. 10, n. 5, p. 877, 2021.

DA SILVA, E. F. *et al.* Anatomia foliar comparada de *Jatropha gossypifolia* L. (Pinhão Roxo) e *Jatropha curcas* L. (Pinhão Manso). In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte, 2010.

DA GLÓRIA, B. A.; MARIA, S. C. G. **Anatomia Vegetal**. 2. ed. 2006. Viçosa: UFV. 438p.

DE ASSIS, J. M.; PORTO, N. M.; AGRA, M. F. caracterização anatômica e histoquímica de estruturas secretoras de folhas e caule de *Jatropha mollissima* (EUPHORBIACEAE).

DE BOTÂNICA, Setor. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Farm Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 5-13, 2005.

DEHGAN, Bijan; CRAIG, Mary E. Types of laticifers and crystals in *Jatropha* and their taxonomic implications. **American Journal of Botany**, v. 65, n. 3, p. 345-352, 1978.

DEHGAN, Bijan; SCHUTZMAN, Bart. Contributions toward a monograph of neotropical *Jatropha*: phenetic and phylogenetic analyses. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 349-367, 1994.

DEHGAN, Bijan; WEBSTER, Grady Linder. **Morphology and infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae)**. Univ of California Press, 1979.

DUKE, James A. Medicinal plants. **Science**, v. 229, n. 4718, p. 1036-1036, 1985.

EVERT, Ray F. **Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plantbody: their structure, function, and development**. John Wiley & Sons, 2006.

FAHN, Abraham *et al.* **Secretory tissues in plants**. Academic Press, 1979.

FAHN, Abraham. Functions and location of secretory tissues in plants and their possible evolutionary trends. **Israel Journal of Plant Sciences**, v. 50, n. sup1, p. 59-64, 2002.

FAHN, Abraham. Secretory tissues in vascular plants. **New phytologist**, v. 108, n. 3, p. 229-257, 1988.

FRESNEDO-RAMÍREZ, J.; OROZCO-RAMÍREZ, Q. Diversity and distribution of genus *Jatropha* in Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 60, n. 3, p. 1087-1104, 2013.

GÜBITZ, Georg M.; MITTELBACH, Martin; TRABI, Manuela. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource technology**, v. 67, n. 1, p. 73-82, 1999.

HAGEL, JM, Yeung, EC, & Facchini, PJ (2008). Tenho leite? A vida secreta dos laticíferos. **Trends in Plant Science**, 13, 1360 e 1385.

HELLER, Joachim. Physic nut, *Jatropha curcas* L. Bioersivity International, 1996.
HEMMING, C. F.; RADCLIFFE-SMITH, A. A revision of the Somali species of *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Kew bulletin**, p. 103-122, 1987.

JAMES, Onisodumeya Elemchukwu *et al.* Foliar epidermal anatomy and its taxonomic implications within the family Euphorbiaceae in the Niger Delta Region of Nigeria. **International Journal of Frontier Research in Science**, v. 1, n. 1, p. 048-055, 2021.

JIE, Wun Sun *et al.* Anatomy and Developmental Morphology of Medicinal Plants *Jatropha curcas* and *Jatropha podagrica* (Euphorbiaceae)(22-30). **EDUCATUM Journal of Science, Mathematics and Technology**, v. 1, n. 1, p. 22-30, 2014.

KAKKAR, L.; PALIWAL, G. S. Foliar venation and laticifers in *Jatropha gossypifolia*. **Beitrage zur Biologie der Pflanzen**, 1972.

KING, Andrew J. *et al.* Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. **Journal of experimental botany**, v. 60, n. 10, p. 2897-2905, 2009.

KRISHNAMURTHY, K. V.; VENKATASUBRAMANIAN, Padma; LALITHA, S. Laticifers of *Jatropha*. In: Bahadur, B., Sujatha, M., Carels, N. (org.). **Jatropha, challenges for a new energy crop**. Springer, New York, 2013. p. 3-10.

TEODORO, Paulo Eduardo *et al.* Contribuição de caracteres agronômicos para a produtividade de grãos em pinhão-manso. **Bragantia**, v. 75, p. 51-56, 2015.

LIBREA, Milarosa L.; TOLENTINO, Vivian S. Anatomical Characterization of Oil Cells and Oil Cavities in *Jatropha Curcas* L. Using Light and Electron Microscopy. **Biology Education for Social and Sustainable Development**. Brill, 2012. p. 145-151.

LINDE K, Willich SN. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. **J R Soc Med**. 2003, p. 17-22.

LIU, HuanFang *et al.* Anatomy of laticifers in *Jatropha curcas* L. **Journal of Tropical and Subtropical Botany**, v. 14, n. 4, p. 294-300, 2006

MALBRÁN, Alejandra Barros. **Morfo-Anatomía Vegetativa en especies de Jatropha (Euphorbiaceae) con especial referencia a las estructuras secretoras**. Córdoba: Universidade Nacional de Córdoba, 2018.

MANSILLA, Valeria *et al.* Morfoanatomía del tallo con crecimiento secundario de especies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) nativas de la Región Chaqueña Argentina y su relación con el ambiente. **Darwiniana, nueva serie**, v. 9, n. 1, p. 75-94, 2021.

MATOS, Fábio Santos *et al.* Factors that influence in *Jatropha curcas* L. latex production. **Bragantia**, v. 77, p. 74-82, 2017.

MAXIMO, Erika de Carvalho Prado Noronha. **Laticifers in vascular plants**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MCVAUGH, Rogers. The genus *Jatropha* in America: principal intrageneric groups. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, p. 271-294, 1945.

MISHRA, D. P.; SHAU, T. R. On the occurrence of trichome in *Jatropha curcas* L. **Current Science**, v. 35, n. 3, p. 321-345, 1985.

MONTEIRO, M. H. D. A.; ANDREATA, Regina Helena Potsch; NEVES, L. J. Estruturas secretoras em Sapotaceae. **Pesquisas, botânica**, v. 58, n. 1, p. 253-262, 2007.

NEUPANE, Dhurba *et al.* Growing *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) as a potential second-generation biodiesel feedstock. **Inventions**, v. 6, n. 4, p. 60, 2021.

PÁDUA, S. T.; RIBEIRO, M. C. e MARIA, F. L. Diversidade estrutural e distribuição dos laticíferos. **Avanços em Pesquisa Botânica**, v. 83, p. 27-54, 2020.

PANT, D. D.; NAUTIYAL, D. D.; PARVEEN, G. Extrafloral glandular trichomes of *Jatropha gossypifolia* L. In: **Developmental and comparative aspects of plant**

structure and function: proceedings of the national symposium/edited by DD Nautiyal. Allahabad [India]: Society of Indian Plant Taxonomists, 1984.

PRASAD, DM Reddy; IZAM, Amirah; KHAN, Md Maksudur Rahman. *Jatropha curcas*: Plant of medical benefits. **Journal of medicinal plants research**, v. 6, n. 14, p. 2691-2699, 2012.

RAMOS, Márcio Viana *et al.* Laticifers, latex, and their role in plant defense. **Trends in plant science**, v. 24, n. 6, p. 553-567, 2019.

RAO, A. R.; MALAVIYA, Manju. On the latex-cells and latex of *Jatropha*. **Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Section B.** Springer India, 1964. p. 95-106.

SETHI, Poonam. Foliar trichome and phytochemical constituents of *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiaceae). **Chemistry & Material Sciences Research Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2019.

SOUSA, J. N.; XAVIER, J. J. B. N; CHAVES, F. C. M. **Produção de mudas de sacaca (Croton cajucara Benth)**, Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003.

SOUZA, M.T; SILVA, M.D; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2008.

SOUZA, Vinicius Castro; LORENZI, Harri. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação de famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.** 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

STEINMANN, Victor W. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. **Acta Botanica Mexicana**, n. 61, p. 61-93, 2002.

TÖLKE, E. D. *et al.* Secretory ducts in Anacardiaceae revisited: Updated concepts and new findings based on histochemical evidence. **South African Journal of Botany**, v. 138, p. 394-405, 2021.

TORRES, DANIELA SANTOS CARNEIRO. Two new species of *Jatropha* (Euphorbiaceae) from limestone outcrops in Brazilian seasonally dry tropical forests. **Phytotaxa**, v. 451, n. 1, p. 073-082, 2020.

WEBSTER, Grady Linder. Euphorbiaceae. **Flowering plants - Eudicots.** Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 51-216.

ANEXO A – TABELA COM IDENTIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS SECRETORAS ESTUDADAS

Tabela 1 –

Tabela 1 - Identificação das estruturas secretoras estudadas em cada trabalho selecionado e seus respectivos autores

Nome do artigo	Espécies estudadas	Órgãos estudados	Estruturas secretoras estudadas	Autores
1 - Anatomical Characterization of Oil Cells and Oil Cavities in <i>Jatropha curcas</i> L. using Light and Electron Microscopy	<i>Jatropha curcas</i>	Frutos e sementes	Células e Cavidades Oleíferas	LIBREA, M. L. e TOLENTINO, V. S. (2012)
2 - On the latex-cells and latex of <i>Jatropha</i>	<i>Jatropha podagrica</i> <i>Jatropha pandurifolia</i> var.rosea <i>Jatropha gossypifolia</i>	Embriões maduros e em desenvolvimento Órgãos vegetativos em planta jovem	Laticíferos não articulados	RAO, A. R. e MALAVIYA, M. (1964)
3 – Origin and development of the non-articulated laticifers of <i>Jatropha dioica</i>	<i>Jatropha dioica</i>	Embriões maduros e em desenvolvimento	Laticíferos não articulados	CASS, D. D. (1967)
4 – Observations on the ultrastructure of the non-articulated laticifers of <i>Jatropha podagrica</i> (Euphorbiaceae).	<i>Jatropha podagrica</i>	Embriões maduros e em desenvolvimento	Laticíferos não articulados	CASS, D. D.(1968)
5- Types of laticifers and crystals in <i>Jatropha</i> and their taxonomic implications.	20 espécies do sub gênero <i>Jatropha</i> 17 espécies do sub gênero <i>Curcas</i>	Folhas	11 espécies com laticíferos articulados (LA) e não articulados (LNA) 6 (LA) e 1 (LNA) 3 espécies com “idioblastos laticíferos” 11 espécies	DEHGAN, B. e CRAIG, M. E. (1978)

			<p>com laticíferos articulados (LA) e não articulados (LNA)</p> <p>5 (LA) e 1 (LNA)</p> <p>12 espécies com “idioblastos laticíferos”</p>	
6 – Anatomy of laticifers in <i>Jatropha curcas</i> L.	<i>Jatropha curcas</i>	Caule Folhas Frutos	Laticíferos articulados e não articulados	LIU, H. F. <i>et al.</i> (2006)
7 – Laticifers of <i>Jatropha</i> .	<i>Jatropha tanjorensis</i> (Jt) <i>Jatropha curcas</i> (Jc) <i>Jatropha gossypifolia</i> (Jg)	Caule Folhas	Laticíferos articulados (Jt) e (Jc) e não articulados (Jg) Lamina foliar, pecíolo e caule “Idioblastos laticíferos’ Laminas foliares	KRISHNAMURTHY, K. V.; VENKATASUBRAMANIAN, P.; LALITHA, S. (2013)
8 - Caracterização anatômica e histoquímica de Estruturas secretoras de folhas e caule de <i>Jatropha mollissima</i> (Euphorbiaceae)	<i>Jatropha mollissima</i>	Caule e folhas	Laticíferos não articulados presentes na lamina foliar, no pecíolo e no caule	DE ASSIS, J. M.; PORTO, N. M.; AGRA, M. F. (2013)
9- Morfo-Anatomia Vegetativa de espécies de <i>Jatropha</i> (Euphorbiaceae) com especial referência a suas estruturas secretoras.	<i>Jatropha excisa</i> , (Je) <i>Jatropha macrocarpa</i> (Jm) <i>Jatropha pedersenii</i> (Jp)	Caule (C) Folhas (F)	Laticíferos articulados e não articulados Idioblastos laticíferos (C) e (F) Descrição morfológica Emergências e tricomas glandulares na lamina e no pecíolo	MALBRÁN B. A. (2018)

			<p>Descrição anatômica</p> <p>Tricomas simples glandulares na lamina e pecíolo</p>	
<p>10 - Estudo Farmacobotânico comparativo das folhas de <i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill e <i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae)</p>	<p><i>Jatropha ribifolia</i> <i>Jatropha molissima</i></p>	Folhas	<p>Laticíferos (sem identificação do tipo)</p> <p>Descrição morfológica</p> <p>Glândulas Na lamina e no pecíolo</p> <p>Descrição anatômica</p> <p>Tricomas simples e glandulares na lamina e pecíolo</p>	<p>LEAL C. K. A.; AGRA M. de F. (2005)</p>
<p>11- Anatomia foliar comparada de <i>Jatropha gossypifolia</i> L.(pinhão roxo) e <i>Jatropha curcas</i> L. (pinhão manso)</p>	<p><i>Jatropha gossypifolia</i> <i>Jatropha curcas</i></p>	Folhas	<p>Laticíferos (sem identificação do tipo) presentes na lamina foliar e no pecíolo.</p> <p>Tricomas simples e glandulares na lamina e pecíolo</p>	<p>DA SILVA E. F.; IRIKI B. F.; SOUSA D. de P.; SANTANA E. W. e CARVALHO L. C. N. (2010)</p>

Fonte: elaborada pela autora.