



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI - MPEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
BOTÂNICA TROPICAL**

ZELINA ATAÍDE CORREIA

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DE
SEMENTES DE *Pentaclethra macroloba* (WILLD.) KUNTZE (CAESALPINIOIDEAE -
LEGUMINOSAE)**

**BELÉM-PA
2022**

ZELINA ATAÍDE CORREIA

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DE
SEMENTES DE *Pentaclethra macroloba* (WILLD.) KUNTZE (CAESALPINIOIDEAE -
LEGUMINOSAE)**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Ecologia Vegetal, Manejo e Conservação.

Orientador: Dr. Mozaniel Santana de Oliveira

Coorientadora: Dr^a. Ely Simone Cajueiro Gurgel

Coorientadora: Dr^a. Ana Cristina de Andrade Aguiar Dias

**BELÉM-PA
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- CS24a Correia, Zelina
 Anatomia, Histoquímica e Composição dos Ácidos Graxos de Sementes de *Pentaclethra macroloba*
(Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae ? Leguminosae) / Zelina Correia. - 2022.
 58 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de POS-GRADUAÇÃO em Ciências Biológicas (CB), Campus
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022.
 Orientador: Prof. Dr. Mozaniel Santana de Oliveira
 Coorientador: Profa. Dra. Ana Cristina de Andrade Aguiar Dias/Ely Simone Cajueiro Gurgel.
1. Sementes. 2. Histoquímica. 3. Anatomia. 4. Ácidos graxos. 5. pracaxi. I. Santana de Oliveira,
Mozaniel, *orient.* II. Título

CDD 581.9093

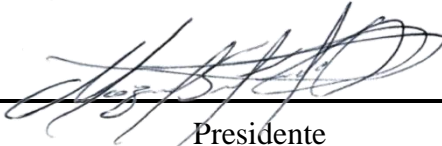
ZELINA ATAÍDE CORREIA

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS
DE SEMENTES DE *Pentaclethra macroloba* (WILLD.) KUNTZE
(CAESALPINIOIDEAE - LEGUMINOSAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Data de aprovação: 29/08/2022

BANCA EXAMINADORA

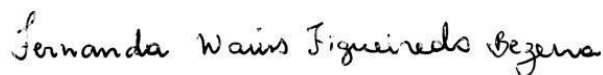


Presidente

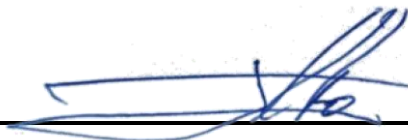
Dr. Mozaniel Santana de Oliveira – Orientador
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG



Dr.ª Joana Patrícia Pantoja Serrão Filgueira – 1º
Examinador
Instituto Tecnológico da Vale – ITV



Dr.ª Fernanda Wariss Figueiredo Bezerra – 2º Examinador
Universidade Federal do Pará – UFPA



Dr. Antônio Pedro da Silva Souza Filho – 3º Examinador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Dr.ª Wanessa Almeida da Costa – Suplente
Universidade Federal do Pará – UFPA

*Dedico aos meus pais, José Lino Azevedo Correia e Maria do P.
Gomes Ataíde, e ao meu avô Pedro Nolasco Ataíde
(in Memoriam)*

RESUMO GERAL

Pentaclethra maculosa (Willd.) Kuntze é uma oleaginosa, conhecida popularmente como pracaxi. Pode ser utilizada para fins ecológicos na conservação e recuperação de áreas degradadas, por ser trata de uma espécie fixadora de nitrogênio no solo. O óleo proveniente de suas sementes tem despertado grande interesse da indústria, especialmente a cosmética e farmacêutica, o que conduziu ao objetivo deste estudo, isto é, descrever os aspectos anatômicos, histoquímicos e a composição dos ácidos graxos presentes nas sementes de *Pentaclethra maculosa*. Os frutos foram coletados de matrizes localizadas nos municípios de Belém, Marituba e São Domingos do Capim, Pará. As sementes foram seccionadas transversalmente e longitudinalmente ao eixo embrionário e fixadas em FAA 50, FNT e SFF. Para o estudo anatômico as sementes foram submetidas às técnicas usuais de microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura. Os testes histoquímicos foram realizados em amostras seccionados a mão livre e incluído em paraplast. Em seção transversal o tegumento é formado por três estratos, exotesta unisseriada recoberta por cutícula, mesotesta multiseriada formada por células alongadas horizontalmente e endotesta unisseriada. Os cotilédones são formados por células parenquimáticas com presença de estruturas secretoras, tais como cavidades e idioblastos e feixes vasculares colaterais. A protoderme do embrião é unisseriada, formada por células retangulares e recoberta por cutícula. Os ácidos graxos com maior concentração são os oleicos, behênico, lignocérico, linoleico. As sementes de *Pentaclethra maculosa* apresentam características anatômicas importantes para circunscrição da espécie em caesalpinioideae, e seu óleo é rico em ácidos graxos insaturados e saturados.

Palavra chaves: Ácido oleico, estruturas secretoras, idioblastos, pracaxi.

ABSTRACT

Pentaclethra maculosa (Willd.) Kuntze is an oilseed, popularly known as pracaxi. It can be used for ecological purposes in the conservation and recovery of degraded areas, as it is a nitrogen-fixing species in the soil. The oil from its seeds has aroused great interest in the industry, especially in cosmetics and pharmaceuticals, which led to the objective of this study, that is, to describe the anatomical and histochemical aspects and the composition of fatty acids present in the seeds of *Pentaclethra maculosa*. The fruits were collected from matrices located in the cities of Belém, Marituba and São Domingos do Capim, Pará. The seeds were sectioned transversally and longitudinally to the embryonic axis and fixed in FAA 50, FNT and SFF. For the anatomical study, the seeds were submitted to the usual techniques of light microscopy and scanning electron microscopy. Histochemical tests were performed on samples sectioned freehand and embedded in paraplast. In cross section, the tegument is formed by three strata, uniseriate exotesta covered by cuticle, multiseriate mesotesta formed by horizontally elongated cells and uniseriate endotesta. Cotyledons are formed by parenchyma cells with the presence of secretory structures, such as cavities and idioblasts and collateral vascular bundles. The embryo's protoderm is uniseriate, formed by rectangular cells and covered by a cuticle. The fatty acids with the highest concentration are oleic, behenic, lignoceric and linoleic. The seeds of *Pentaclethra maculosa* have important anatomical characteristics for circumscription of the species in caesalpinioideae, and its oil is rich in unsaturated and saturated fatty acids.

Keywords: Oleic acid, secretory structures, idioblasts, pracaxi.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as benção que tem proporcionado na minha vida.

À minha família por estar sempre presente em minha vida, em especial aos meus pais José Lino e Maria Ataíde, por todo apoio, amor e dedicação incondicional em mais essa etapa da minha vida.

Ao meu Orientador Dr. Mozaniel Santana de Oliveira, pela confiança, apoio e dedicação em todos os momentos da construção dessa dissertação. Seus conselhos e ensinamento profissionais e pessoais certamente estarão presentes nas minhas escolhas profissionais e na minha vida pessoal. Obrigada por ter acreditado no meu potencial.

As orientadoras, Dra. Ely Simone Gurgel e Dra. Ana Cristina Aguiar, por terem aceitado esse desafio de orientação, pela paciência, pela atenção e por todas as contribuições que foram muito validas durante o desenvolvimento deste trabalho.

À minha eterna orientadora e amiga Alba Lins por todo carinho, conselhos e incentivos que sempre foram muitos importantes na minha vida profissional e pessoal.

A minha amiga Ana Catarina Furtado por todos os momentos alegres, e os difíceis, mas que conseguimos superar ao longo desses 2 anos de mestrado. Muito Obrigada Catarina por toda força, apoio e carinho.

A todos os amigos do LAVeG e COBOT: Layse Cristine, Joana Patrícia, Ranielle Araújo, Augusto Cesar, Breno Serrão, Laylla Schemeider, Luiz Renan, Wendell Vilhena, Natânia, Bianca, Adriane, Karina, Anne. Por todos os momentos alegres, pelo apoio, incentivos, pelos conhecimentos trocados, principalmente pelo carinho.

À todos os amigos da COBOT: Miguel, Fúvio, Mayara, Josiane, Gabrielle, Olivia Ribeiro, Olivia Aguiar, Tainá, Lidiane, Mário, Monyck, Helen Sotão, por todos os momentos compartilhados.

A Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical UFRA/MPEG, por toda sua infraestrutura e apoio técnico científico.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

LISTA DE FIGURAS

2. Anatomia, Histoquímica e Composição dos Ácidos graxos de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae)

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de coleta.....24

Figura 2 - Secções para fixação.....25

Figura 3- Tegumento de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.). Kuntze.- A- Superfície externa em microscopia eletrônica de varredura (MEV), B- Vista geral do tegumento em microscopia de luz, C-Detalhe da exotesta, D- detalhe da mesotesta, E- Detalhe da endotesta, F- Detalhe do tegumento em secção longitudinal. Legenda: ce- cera, en-endotesta, ex-exotesta, me-mesotesta fv-feixe vascular. Barra: A =20 μ m, C.F= 50 μ m, C, F, 100 μ m = B, D, G.29

Figura 4 - Cotilédones das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. A- Detalhe da epiderme externa do cotilédone, B- Detalhe da epiderme interna do cotilédone, C- Detalhe da mesoderme em secção longitudinal em MEV, D- Mesofilo cotiledonar, E- Idioblastos no Mesofilo Cotiledonar, F- Células do cotilédone em MEV, G- Mesofilo cotiledonar em secção longitudinal, H- cavidades secretoras em secção longitudinal, I- Detalhe do feixe vascular, J- Cavidades secretoras em secção transversal, K- Detalhe da cavidade em microscopia de luz, L - Detalhe do idioblasto. Legenda: epe-epiderme externa, epi-epiderme interna, ep-epitélio secretor, id-idioblasto, lu-lume, me-mesoderme. Barra; 20 μ m =C, F, H, J, 100 μ m=A, B, D, E, G, I, K, L D.31

Figura 5- Eixo embrionário das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. A- Vista geral do eixo em seção transversal, B- Detalhe do embrião em seção transversal, C- Detalhe do Procâmbio, D- Detalhe da medula, E- Cavidades secretoras, F- Feixe vascular, G- Detalhe dos idioblastos em microscopia eletrônica de varredura, H- Detalhe das cavidades sem seção transversal, I- Cristal prismático, J- Vista geral do embrião em seção longitudinal, K- hipocótilo-radícula em seção longitudinal, L – plúmula em seção longitudinal. Legenda: c-meristema fundamental cortical; cs-cavidade secretora, d- protoderme, fv-feixe vascular, m-meristema fundamental medular, p- procâmbio, cr- cristais, Barra: 50 μ m = I, 20 μ m = E,G, 100 μ m =A, B,C,D,F,H,K,L, 500 μ m=J.....33

Figura 6 - Testes histoquímicos reações positivas para diferentes classes de metabólitos presentes no tegumento de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. A- Tegumento não submetido aos testes, B- Detecção lipídios totais com sudan black, C- Detecção lipídios totais com sudan III (seta) reação positiva para lipídios na cutícula, D- Reação positiva para lipídios ácidos, E- Reação positiva para terpeno óleo resina nos idioblastos, F- reação para terpeno nos idioblastos, G- reação positiva para compostos fenólicos totais, H- reação positiva para lignina no feixe vascular, I- reação positiva para tanino, J- reação positiva para pectina, K- reação positiva para pectina na cutícula da exotesta (ponta da seta) e mucilagem ácida (*), L- reação positiva para polissacarídeos neutros, M- amidos N- proteínas totais, O- idioblasto com alcaloides. Legenda: al- alcaloides am: amido, cf- compostos fenólicos; li- lipídeos tn- tanino. Barra: D, L, N H= 50µm, B, C, E, F, G, H, I, O= 100 µm, A,M=200µm..... 35

Figura 7- Testes histoquímicos aplicados nos cotilédones das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kunze. A- Mesofilo Cotiledonar em branco, B- Reação positiva para lipídios totais com sudan black evidenciado, gotículas no epitélio secretor da cavidade (*), C – Reação positiva para lipídios totais com sudan III, D-Lipídios totais no mesofilo cotiledonar, E- Reação positiva para lipídios ácidos, F- Reação positiva para terpenos, evidenciando óleo essencial, G- Cavidade secretando terpenos H- Compostos fenólicos no lume e no epitélio secretor da cavidade , detectados pelo fixador SFF, I- Idioblastos fenólicos detectados pelo cloreto férrico, J- Compostos pécticos nas paredes celulares ,K – Idioblastos com mucilagem ácida (*), L- Polissacarídeos neutros, M- Amido, N-Proteínas totais, O- Alcaloides. Legenda: al- alcaloides, cf- compostos fenólicos, cp- corpos proteicos, li- lipídeos, pn-polissacarídeos neutros. Barra: B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O=50µm, A= 100µm..... 37

Figura 8- Testes histoquímicos aplicados no eixo embrionário de *Pentaclethra macroloba* (Willd). A- Seção transversal evidenciando o embrião em branco, B- Reação positiva para lipídios totais com sudan III, C – Reação positiva para lipídios totais com sudan black , D- Lipídios totais no cotilédone do embrião, E- Reação positiva para lipídios ácidos nos cotilédones do embrião, F- reação positiva para terpenos, evidenciando óleo resina nos idioblastos na região do procâmbio, G- Terpenos no lume da cavidade secretora, evidenciando óleo essencial, H- Compostos fenólicos detectados pelo fixador SFF, I- Idioblastos fenólicos

detectados no meristema fundamental cortical, J- Compostos pécnicos nas paredes celular, K- Idioblastos com mucilagem ácida na região medular (*), L- polissacarídeos neutros, M- Amido, N-Proteínas totais, O- Alcaloides. Legenda: al- alcaloides, cf- compostos fenólicos; cp- corpos proteicos, li- lipídios . Barra: B, C, E, F, G, H, I, K, L, N, O =50µm, A, D, J, M= 100µm.....39

Lista de Tabelas

2- Anatomia, Histoquímica e Composição dos Ácidos graxos de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae)

Tabela 1 - Testes histoquímicos aplicados para detecção das principais classes de metabólitos	26
Tabela 2 - Resultados dos testes histoquímicos aplicados no tegumento.....	34
Tabela 3 - Resultado dos testes histoquímicos aplicados nos cotilédones	36
Tabela 4 - Resultados dos testes histoquímicos aplicados na região do eixo embrionário	38
Tabela 5 - Tabelas de Porcentagens dos Ácidos Graxos	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 Organização da Dissertação	12
1.2 Hipóteses	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Geral	13
1.3.2 Específicos	13
1.4 REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.4 .1 Aspectos biológicos de (<i>Pentaclethra maculoba</i> (Willd.) Kuntze (Figura 1))	14
1.4.2 Utilidades do óleo de <i>Pentaclethra maculoba</i> (Willd.) Kuntze	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
2. Anatomia, Histoquímica e Composição dos Ácidos graxos de sementes de <i>Pentaclethra maculoba</i> (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae)	21
RESUMO	21
ABSTRACT	21
2.1 INTRODUÇÃO	22
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	24
2.2.1 Anatomia	25
2.2.2 Histoquímica	26
2.2.3 Fotografias	27
2.2.4 Microscopia eletrônica de Varredura	27
2.2.5 Fitoquímica	28
2.3. RESULTADOS	28
2.3 1 Anatomia	28
2.3 2 Histoquímica	34
2.3 3 Perfil dos ácidos graxos	40

2.4 DISCUSSÃO.....	41
2.5 CONCLUSÕES	45
2.6 AGRADECIMENTOS.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
3. CONCLUSÕES GERAIS.....	52
APÊNDICE.....	53

1 INTRODUÇÃO GERAL

As sementes são a principal forma de propagação das espécies, bem como proporciona a sobrevivência das plantas em condições ambientais adversas. (SERT; BONATO; SOUZA, 2009). Assim estudos sobre o comportamento biológico das sementes são importantes para a compreensão dos processos ecológicos, como estabelecimento, sucessão e regeneração natural (VARELA; ALBORNOZ, 2013).

Nesse contexto, os estudos sobre anatomia de sementes são importantes, pois auxiliam a identificação de barreiras mecânicas e físicas que prejudicam a germinação, como a dormência causada por embriões imaturos que podem atrapalhar as trocas gasosas e a entrada de água (FERREIRA; FRANKE; MOCO, 2011; OLIVEIRA, 2011; LOUREIRO, 2013; RIBEIRO et al., 2016; MENDES; MENDONÇA, 2020). Também orienta sobre métodos de processamento, armazenamento, ecologia das espécies e cultivo (GROTH; LIBERAL, 1988; JAGANATHAN et al., 2019; DONADIO; DANATTÊ, 2000). Ademais, quando associados à histoquímica permitem determinar, localizar e qualificar compostos ou grupos de compostos químicos presentes nas células dos tecidos das plantas (VENTRELLA *et al.*, 2007).

As substâncias químicas presentes nas plantas são produzidas a partir do metabolismo vegetal, e são classificados em dois tipos distintos de produtos: metabólitos primários e secundários (TAIZ *et al.*, 2017). Os metabólitos primários são responsáveis pela sobrevivência do vegetal durante o seu desenvolvimento, presentes nos processos de fotossíntese, respiração e assimilação de nutrientes, enquanto que os secundários apresentam ação biológica que garantem vantagens adaptativas às condições ambientais e estratégias contra agentes fitopatogênicos (SILVA *et al.*, 2010; TAIZ *et al.*, 2017).

De forma geral, os carboidratos, proteínas e lipídeos representam os principais metabólitos de reserva nas sementes, contribuindo significativamente com os processos fisiológicos e ecológicos, como a germinação e o crescimento inicial da plântula, uma vez que plantas desenvolvem estratégias de sobrevivência, conforme a quantidade e o tipo de reservas estocadas, padrões de translocação e alocação de biomassa, definindo características nutricionais, industriais e tecnológicas da espécie. (BUCKERIDGE *et al.*, 2004; Corte *et al.* 2006; SORIANO *et al.*, 2013; HU et al., 2017; TAIZ *et al.*, 2017).

A composição química dos componentes de reserva pode variar bastante entre as espécies, contudo são armazenados em organelas específicas presentes em tecidos embrionários ou de reserva, como o endosperma, perisperma ou cotilédones (BEWLEY;

BLACK, 1994; BUCKERIDGE *et al.*, 2004). Os principais carboidratos de reserva em sementes são os grãos de amido armazenados em organelas denominadas amiloplastos, presentes no endosperma e cotilédones (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; HELDT, 2005). Contudo em algumas sementes os carboidratos de reserva não são constituídos por amidos, mas sim por outros polissacarídeos presentes na parede celular, como o grupo dos mananos e galactomananos, que podem ser encontrados no endosperma, além de xiloglucanos, presentes nos cotilédones (MEIER; REID, 1982).

As proteínas são polímeros de aminoácidos sintetizados na célula que podem funcionar como catalizadores enzimáticos, estrutural, transporte, reserva (OLIVEIRA; MANTOVANI, 2009; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). As proteínas de reserva encontram-se, normalmente, em organelas celulares denominadas de corpos proteicos, cuja função é armazenar enxofre e nitrogênio, essenciais para a síntese de proteínas, ácidos nucléicos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BUCKERIDGE *et al.*, 2004; MACEDO *et al.*, 2015).

Os lipídios são encontrados em todas as regiões da semente, ocorrendo em maior concentração nos cotilédones ou no endosperma (CORTE *et al.*, 2006). Geralmente são representados na forma de glicerídeos (triglicerídeos) de ácidos graxos que se encontram em organelas nomeadas de esferossomos, corpúsculo de lipídios ou corpúsculo de óleo, esses corpúsculos ocupam todos os espaços vazios das células em sementes oleaginosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os metabólitos secundários são armazenados em células e estruturas secretoras como cavidades, dutos, tricomas e idioblastos (ASCENSÃO, 2007). Estes compostos são classificados em três grupos químicos distintos: compostos fenólicos, terpênicos e esteroides, e os alcaloides (HARBONE, 1999; TAIZ; ZEIGER, 2004; HARBONE, 1999).

1.1 Organização da Dissertação

A dissertação está estruturada em: 1 Introdução geral com referencial teórico. 2 Capítulo: Anatomia, Histoquímica e Composição dos Ácidos Graxos de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae).

A formatação da dissertação seguem as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia para padronização de trabalhos acadêmicos.

1.2 Hipóteses

- O estudo anatômico das sementes de *Pentaclethra macroloba* determinará as principais estruturas secretoras e a posição presente no tegumento e no embrião das semente.
- A extração de óleo fixo determinará as propriedades físico-químicas e o perfil dos ácidos graxos das sementes de *Pentaclethra macroloba*
- O estudo histoquímico e do perfil químico do óleo permitira um comparativos das classes químicas presente nas sementes entre as populações de *Pentaclethra macroloba*.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Determinar os aspectos anatômicos, histoquímicos e a composição dos ácidos graxos das sementes de *Pentaclethra macroloba* (pracaxi) visto ser tratar de uma espécie oleaginosa amazônica com alto potencial para fins medicinais e biotecnológicos.

1.3.2 Específicos

- Mapear as estruturas histológicas (tricomas, cavidades secretoras, idioblastos) responsáveis pelo armazenamento das principais classes de metabolitos;
- Determinar as principais classes metabólicas presentes nas sementes através de estudo histoquímico;
- Usar métodos cromatográficos para analisar a composição química do óleo.

1.4 REFERENCIAL TEÓRICO

1.4.1 Aspectos biológicos de (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Figura 1)

Pentaclethra macroloba, popularmente denominada pracaxi, paracaxi ou mulateiro, pertencente à Leguminosae, Caesalpinioideae e clado Mimosoide (LPWG, 2017). É uma árvore de porte médio que pode alcançar entre 5-14 m de altura, com tronco ereto e cilíndrico, de 35-55 cm de diâmetro com casca rugosa, folhas compostas bipinadas, 15-20 pares de pinas, 4-10cm de comprimento, 16-50 pares de folíolos linear-falcados, 5-9 mm de comprimento, agudo-apiculados no ápice, auriculados na base, estípulas lineares, caducas (PESCE, 2009).

Identifica-se inflorescência em espigas terminais cilíndrica de 15-25 cm de comprimento, com flores perfumadas de coloração branca, corola campanulada 4-5.5 mm de comprimento (JOKER; SALAZAR, 2000; LORENZI, 2002). Os frutos de pracaxi são do tipo legume, secos, rachados, com 8-50 cm de comprimento, 3-8 sementes por fruto (SOARES; SANTOS; SILVA, 2019; DANTAS *et al.*, 2021). As sementes contêm cerca de 45% a 48% de lipídios, 27-28% de proteínas, 12% a 14% de carboidratos, e um quilograma de sementes contém cerca de 300 sementes (JOKER; SALAZAR, 2000).

Os períodos de floração e frutificação do pracaxi variam dependendo do local de ocorrência. Segundo Pesce (2009) o período de floração começa na estação seca, mas costuma frutificar durante a estação das chuvas. No estado do Pará, o período de floração do pracaxi inicia-se no mês de setembro a dezembro, com período de frutificação de dezembro a abril (CRESPI; GUERRA, 2013). A polinização, provavelmente, é feita por pequenos insetos, e a dispersão acontece por meio das síndromes de dispersão autocórica e hidrocória (JOKER; SALAZAR, 2000).

O pracaxi ocorre naturalmente em algumas regiões da América Central, Guianas, Venezuela, Trinidad e Tobago e no Brasil setentrional (PESCE, 2009). No Brasil, ocorre, especificamente, nos estados do Amapá, Pará e Amazonas (FLORA DO BRASIL, 2020). É encontrado predominantemente em florestas de várzea, igapós, todavia pode ser encontrado também em florestas de terra firme (CRESPI; GUERRA, 2013).

Do ponto de vista ecológico, destaca-se por ser uma espécie perifólia de constante reposição foliar, pioneira de crescimento rápido, sendo bastante utilizada na recuperação de áreas degradadas, pois trata-se de uma espécie fixadora de N₂, e conseqüentemente apresenta um grande potencial de restauração de C, N, e F no solo. (EATON *et al.*, 2012; JOKER; SALAZAR, 2000).



Figura 1- indivíduos de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze A- Hábito da espécie, B- Detalhe do caule, C- frutos , D- Sementes.

Fonte: Autora, 2021

1.4.2 Utilidades do óleo de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze

Os óleos de origem vegetal são responsáveis por grande parte dos ácidos graxos, ésteres e álcoois graxos que podem ser utilizados nas indústrias cosmética e farmacêutica (ANTUNES, 2017). O óleo de pracaxi pode ser extraído das sementes através da extração em laboratório ou de forma artesanal, por meio do cozimento e escorrimento do óleo por um período 3 a 6 dias (PESCE, 2009; GOMES, 2017).

O óleo do pracaxi contém uma grande quantidade de ácido beênico, que é amplamente utilizado na indústria cosmética por ser um importante ingrediente para alisar, condicionar e hidratar os cabelos (MILGRAOS, 2020). Também pode ser incorporado em géis e cremes corporais para o tratamento da hiperpigmentação, pois *in vitro*, esse produto possui potencial

inibidor da enzima tirosinase de cogumelo, que ajuda a reduzir a biossíntese da melanina (TEIXEIRA *et al.* 2012). A combinação do óleo de pracaxi com o gel de silicone anidro mostrou-se eficaz, também, no tratamento de cicatrizes hipertróficas pós-cirúrgicas (NESTOR; BERMAN; JONES, 2018). A composição pode tratar com eficácia de feridas de pele como úlceras diabéticas e queimaduras, promovendo mais rapidamente o processo de cicatrização, e reduzindo o tamanho das cicatrizes (BANOV; BANOV; BASSANI, 2014). Esse efeito é benéfico para a estrutura da pele, e é proporcionado pela presença de ácidos graxos, especialmente os ácidos oléicos, linolêicos e, beênicos (SIMMONS; BANOV; BANOV, 2015).

Outro exemplo da aplicabilidade medicinal do pracaxi está nas propriedades larvicidas que inibem o crescimento da espécie *Helicoverpa zea* (Lagarta-da-espiga), ao impedir as enzimas tripsina e a quimiotripsina extrato aquoso das sementes de pracaxi (CHUN *et al.* 1994). Em outro estudo sobre o potencial larvicida e inseticida de pracaxi, observou-se que o extrato etanólico das sementes possui saponinas monodeglicosídicas, que são eficazes contra as larvas de *Aedes aegypti*, vetor da dengue e febre amarela, demonstrando assim seu poder inseticida (SANTIAGO *et al.* 2005).

O emprego do macerado de casca do pracaxi, em forma de cataplasmas, possui atividade anti-hemorrágica, antinucleolítica contra o veneno de cobras, principalmente da espécie *Bothrops atrox* (LINNAEUS) (SILVA *et al.*, 2005). Além disso, saponinas triterpenóides encontrada na casca do pracaxi, isolada *in vitro*, apresenta atividade proteolítica induzida por metaloproteases e ação inibidora entre 80-90% para veneno de serpentes (SILVA *et al.*, 2007)

Além disso, o extrato de pracaxi fracionado com, etanol, e acetato de etila, demonstrou atividade antimicrobiana, contra bactérias gram-negativas *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella ozaenae* e *Acinetobacter baumannii*, que são altamente virulentas e em alguns casos resistente a antibióticos comerciais e podem estar associadas a infecções do trato urinário, pneumonias, veias respiratórias e infecções hospitalares (LEAL *et al.* 2011; OLIVEIRA *et al.* 2013)

O extrato de pracaxi também pode ser associado com antibiótico virginamicina, como promotor de crescimento de frangos, pois pode melhorar o funcionamento da flora intestinal das aves (PEREIRA, 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTUNES, V. A hora e a vez dos Fitoativos na pesquisa e desenvolvimento dos Fitocosméticos. **Revista do Farmacêutico**, n 130, 2017 Disponível em: < <http://portal.crfsp.org.br/geral/revista-130/8997-revista-do-farmaceutico-130> >. Acesso em: 30 de maio, 2020.
- ASCENSÃO, L. Estruturas secretoras em plantas: Uma abordagem morfo-anatômica. **Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais. Curso Teórico-Prático**, p. 106–136, 2007.
- BANOV, D.; BANOV, F.; BASSANI, A. S. Case Series: The Effectiveness of Fatty Acids from Pracaxi Oil in a Topical Silicone Base for Scar and Wound Therapy. **Dermatology and Therapy**, v. 4, n. 2, 2014.
- BELTRATI, C.M.; PAOLI, A. A semente. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: Ed. UFV. 2006, p. 179-188.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: Physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 445p. 1994.
- BUCKERIDGE, M.S. *et al.* **Acúmulo de Reservas**. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. 324 p.2004.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- CORTE, V.B. *et al.* Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 941-949, 2006.
- CHUN, J.C. *et al.* *Pentaclethra macroloba* seed effect on larval growth, cell viability, and midgut enzyme activity of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 6, p. 1754–1760, 1994.
- DANTAS, A. R. *et al.* Spatial distribution of a population of *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze in a floodplain forest of the Amazon estuary. **Revista Árvore** 41: 1–11, 2017.
- DONADIO, N.M.M.; DEMATTE, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex. Benth)-Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.64-73, 2000.
- EATON, W.D. *et al.* The impact of *Pentaclethra macroloba* on soil microbial nitrogen fixing communities and nutrients within developing secondary forests in the Northern Zone of Costa Rica. **Tropical Ecology**, v. 53, n. 2, p. 207–214, 2012.
- FERREIRA, N.R.; FRANKE, L.B.; MOCO, M.C.C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em sementes de *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.447-453, 2011.

FLORA DO BRASIL, 2020. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> . Acesso em: 22 julho. 2021

GOMES, M.F. Potencial cicatrizante do extrato cetônico de *pentaclethra macroloba* no processo de reparo de lesões excisionais na pele de camundongos diabéticos. 2017. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Biologia Celular) Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém, Pará, 2017.

GROTH, D.; LIBERAL, O.H.T. Catálogo de identificação de sementes. Campinas: Fundação Cargil, 182p. 1988.

HARBORNE J.B. Classes and functions of secondary products, In: Walton NJ, Brown DE (Ed.). Chemicals from plants, perspectives on secondary plant products. London: Imperial College, p.1-25. 1999.

HELDT, H.W. Plant Biochemistry, Elsevier, San Diego, 2005, 630 p.

HU, X.W. *et al* . Seedling tolerance to cotyledon removal varies with seed size: A case of five legume species. **Ecology and Evolution**. v. 7, p. 5948-5955, 2017.

JAGANATHAN, G.K. *et al*. Complexities in identifying seed storage behavior of hard seed-coated species: a special focus on Lauraceae. Botany Letters. v.p. 166: 7 70-79. 2019.

JOKER, D.; SALAZAR, R. *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 2 p. (Seed Leaflet, 35).

LPWG. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. Taxon, 66(1) 44-77.

LOUREIRO, M.B. *et al*. Caracterização morfoanatomica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, p.1093-1101, 2013.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 2, 2 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MACEDO, M.L.R. *et al*. Adaptive Mechanisms of Insect Pests Against Plant Protease Inhibitors and Future Prospects Related to Crop Protection: A Review. **Protein & Peptide Letters**. v.22, p. 149-163.2015.

MEIER, H.; REID, J.S.G. Reserve polysaccharides other than starch in higher plants. In Encyclopedia of plant physiology. New series, v.13A. Plant carbohydrates I. (F.A. Loewus & W. Tanner, eds.). Springer-Verlag, London, p.418-471. 1982.

MENDES.M.S.; MENDONÇA.M.S. Análise anatômica e histoquímica de sementes maduras de *Eugenia stipitata* ssp. *sororia* Mc Vaugh (araçá-boi) – Myrtaceae. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 10, p. 77510-77522. 2020.

MIGRÃO. Óleo Vegetal de Pracaxi. < <https://www.milgraos.com.br/oleo-vegetal-de-pracaxi-60-ml-dermaclean-1000370060xJM> >. Acesso em: 30 de maio 2020.

NESTOR, M.S.; BERMAN, B.; JONES. J.L. Comparison of Safety and Efficacy of a Silicone- Based Gel Containing Pracaxi Oil (*Pentaclethra macroloba*) Versus a Silicon-Based

Gel Containing Cepalin Onion Extract for the Treatment of Post-Surgical Hypertrophic Scars. *Skin*, v. 2, n. 6, p. 380–388, 2018.

OLIVEIRA, A. *et al.* Antimicrobial activity of amazonian medicinal plants. *Springer Plus*, v. 2, n. 1, p. 1–6, 2013.

OLIVEIRA, A.B., N.L.M. ALENCAR, M.I. GALLÃO & E. GOMES FILHO. Avaliação citoquímica durante a germinação de sementes de sorgo envelhecidas artificialmente e osmocondicionadas, sob salinidade. **Rev. Ciênc. Agron.** v. 42, n. 1, p. 223-231, 2011

OLIVEIRA, L.G.; MANTOVANI, S.M. Transformações biológicas: contribuições e perspectivas. **Revista Química Nova**, v.32, n. 3, p742-756, 2009.

PEREIRA, R. B. O extrato vegetal de pracaxi (*Pentaclethra macroloba*, kuntze) em substituição a um antibiótico promotor de crescimento utilizado para frangos de corte. 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Belém, Pará, 2012.

PESCE, C. Oleaginosas da Amazônia. 2. ed. rev. e atual. Belém: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 66 p.

RIBEIRO, R.C. *et al.* Does seed coat structure modulate gut-passage effects on seed germination? Examples from Miconieae DC. (Melastomataceae). *Seed Science Research* 26: 139-147.2016.

SANTIAGO, G.M.P. *et al.* Avaliação da atividade larvicida de Saponinas triterpênicas isoladas de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) e *Cordia piauhiensis* Fresen (Boraginaceae) sobre *Aedes aegypti*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 15, n. 3, p.187–190, 2005.

SERT, M.A.; BONATO, C.M.; SOUZA, L.A. 2009. Germinação da semente. In *Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação* (L.A. Souza, org.). Toda Palavra, Ponta Grossa. 279 p

SILVA, J.O. *et al.* Triterpenoid saponins, new metalloprotease snake venom inhibitors isolated from *Pentaclethra macroloba*. **Toxicon**, v. 50, n. 2, p. 283–291, 2007.

SILVA, J. O. *et al.* Antihemorrhagic, antinucleolytic and other antiophidian properties of the aqueous extract from *Pentaclethra macroloba*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 100, n. 1–2, p. 145–152, 2005.

SIMMONS, C. V.; BANOVA, F.; BANOVA, D. Use of a topical anhydrous silicone base containing fatty acids from pracaxi oil in a patient with a diabetic ulcer. *SAGE Open Medical Case Reports*, v. 3, p. 2050313X1558967, 2015.

SOARES, R. N.; SANTOS, R. O.; SILVA, B. M. DA S. E. Morphological aspects and anatomy of the fruit, seeds and seedlings of *Pentaclethra macroloba* (willd.) Kuntze (Fabaceae). **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 452–460, 2019.

SORIANO,D.; HUANTE, P. Gamboa-de Buen, A.; Orozco-Segovia, A. Seed reserve translocation and early seedling growth of eight tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. **Plant ecology**,v. 214p. 1361-1375,2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3 ed. Porto Alegre. Artmed, p. 719.2004.

TAIZ, L. *et al.* Fisiologia Vegetal. 6 ed. Porto Alegre. Artmed, p. 719.2017.

TEIXEIRA,R.S. *et al.* Mushroom tyrosinase inhibitory activity and major fatty acid constituents of Amazonian native flora oils. *Journal of Pharmaceutical Sciences* vol. 48, n. 3.p. 179–220, 2012.

Varela, R.O.; Albornoz, P.L. Morpho-anatomy, imbibition, viability and germination of the seed of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Fabaceae). *Revista de biologia tropical*, v.61, p.1109-1118,2013.

VENTRELLA, M.C.*et al.* Métodos histoquímicos aplicados às sementes. Viçosa, MG: Ed. UFV, 40 p,2013.

2. Anatomia, Histoquímica e Composição dos Ácidos graxos de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae)

Zelina Ataíde Correia, Olivia Ribeiro, Ely Simone, Ana Cristina A. Aguiar,
Mozaniel Oliveira

RESUMO

Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae), conhecida popularmente como pracaxi, é naturalmente encontrada na região amazônica, nos estados do Amazonas, Acre e Pará, em florestas de várzeas, terra firme e igapó. Por apresentar propriedades químicas úteis para as áreas farmacêutica e cosmética, vem sendo estudada principalmente quanto à composição química de seu óleo. Diante disso, este trabalho teve como objetivo descrever anatomicamente as sementes de *P. macroloba* e identificar as principais classes de compostos de reserva presente nas sementes, através de testes histoquímicos e a composição dos ácidos graxos. As sementes foram coletadas nos municípios de Belém, Marituba e São Domingos do Capim. Para o estudo anatômico, histoquímico e microscopia eletrônica de varredura, as sementes foram seccionadas transversalmente e longitudinalmente ao eixo embrionário e fixadas em FAA 50, FNT e SFF, e estocadas em álcool etílico 70%. Para o estudo anatômico, as sementes foram submetidas às técnicas usuais de anatomia vegetal. Os testes histoquímicos foram realizados em material vegetal, seccionados a mão livre, incluído em paraplast e submetido aos corantes e reagentes específicos. O perfil dos ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa (CG-FID). O tegumento se divide em três estratos, exotesta unisseriada, mesotesta formada por várias camadas de células parenquimáticas e endotesta unisseriada formada por células comprimidas. Os cotilédones são constituídos de células parenquimáticas de paredes finas com diversas cavidades secretoras e idioblastos secretores. As principais classes metabólicas são: lipídios, compostos fenólicos, glicídios, proteínas e alcaloides. Os principais ácidos graxos encontrados no óleo de *P. macroloba* são o oleico, behênico, lignocérico e o linoleico. As sementes de *Pentaclethra macroloba* apresentam características anatômicas importantes para a sua circunscrição em Leguminosae e ainda em Caesalpinioideae e seu óleo é rico em ácidos graxos essenciais adieta humana proporcionando muitos benefícios à saúde humana, como os ácidos graxos pertencente à família ômega (Linoleico, Oleico).

Palavras-chave: Cavidades secretoras, idioblastos, ácido oleico, pracaxi.

ABSTRACT

Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae - Leguminosae), popularly known as pracaxi, is naturally found in the Amazon region, in the states of Amazonas, Acre and Pará, in lowland forests, terra firme and igapó. Because it has useful properties for the pharmaceutical and cosmetic areas, it has been mainly related to the chemical composition of its oil. Therefore, this study aimed to anatomically describe the seeds of *P. macroloba* and identify the main classes composed of reserve in the seeds, through histochemical tests and

the composition of fatty acids. The seeds were collected in the cities of Belém, Marituba and São Domingos do Capim. For the anomic study, histo and scanning microscopy, as seeds were transversely and electronically sectioned to the embryonic axis of chemistry and chemically sectioned longitudinally in FAA0%, F SFF, and stoconic in 70% ethyl alcohol. For the anatomical study, the seeds were changed to the usual techniques of plant anatomy. The histochemical tests were performed on plant material, were selected for free gas, included for plastics and synthetics, to specific dyes and reagents. The fatty acid profile was determined by chromatography (GC). The three-stratum integument, exotest, a chemical composition test, with several layers and layers of uniseriate tissue. Parenchyma cells are made up of thin-walled parenchyma cells with multiple secretory occult images and secretory idioblasts. The main metabolic classes are: lipids, phenolic compounds, carbohydrates, proteins and alkaloids. The main fatty acids found in *P. macroloba* oil are oleic, behenic, lignoceric and linoleic. Human *Pentaclethra macroloba* seeds have important characteristics for their circumscription in Leguminosae and description in caespinoideae and oil rich in essential fatty acids in the diet, as humans providing many health benefits of the omega family (linoleic, Oleic).

Palavras-chave: secretory cavities, idioblasts, oleic acid, pracaxi.

2.1 INTRODUÇÃO

Leguminosae Juss. é cosmopolita com cerca de 19.500 espécies, distribuídas em 770 gêneros circunscritos em seis subfamílias: Duparquetioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Papilionoideae e Caesalpinioideae (LPWG, 2017). Circunscreve inúmeras espécies de interesse econômico, empregadas como plantas ornamentais, medicinais, alimentícias e adubo verde (SOUZA; LORENZI, 2012). Dentro destas destacamos *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Caesalpinioideae), também conhecida como pracaxi, paracaxi e mulateiro (BRASIL, 2017).

Essa espécie ocorre naturalmente em florestas de várzea, terra firme e igapó (FERREIRA; PAROLIN, 2007; CONDÉ; TONINI, 2013; DANTAS *et al.*, 2017). Sua distribuição geográfica inclui a Amazônia brasileira, Venezuela, Guianas e países da América Central, Trinidad e Tobago (CRESPI; GUERRA, 2013; BRASIL, 2017).

Os frutos são do tipo legume, seco, deiscente, verde (imaturas) marrom escuro (maduros), pericarpo lenhoso, lateralmente achatado e falcado, suas sementes apresentam tegumento fino, levemente enrugado de coloração verde a marrom em diferentes estágios de maturação (SOARES; SANTOS; SILVA, 2019; DANTAS *et al.* 2021).

Do ponto de vista ecológico, destaca-se por ser uma espécie perifólia de constante reposição foliar, pioneira de crescimento rápido, sendo bastante utilizada na recuperação de áreas degradadas, pois trata-se de uma espécie fixadora de N₂, e conseqüentemente apresenta um grande potencial de restauração de C, N, e F no solo (JOKER; SALAZAR, 2000; EATON et al.2012).

Sua aplicabilidade também inclui o uso da madeira, para construção de moveis em substituição ao mogno, andiroba e freijó (EATON *et al.*, 2012; JOKER; SALAZAR, 2000). O óleo proveniente das suas sementes apresenta grande potencial por suas propriedades medicinais, como cicatrizante e anti-inflamatório (BANOV; BANOV; BASSANI, 2014; SLVAL *et al.*,2007), é composto por bioativos ácidos graxos, beênico e oleico, que promovem ação hidratante e emoliente, bastante utilizado para tratamento da pele e capilar (ESCARAMELE *et al.*, 2020).

O óleo de pracaxi ainda mostra potencial parricida e inseticida, contra as larvas de *Aedes aegypti*, vetor da dengue, febre amarela, chikungunya e zika (SANTIAGO *et al.*, 2005; HARTMANN; RODRIGUES, 2014). Os estudos anatômicos e histoquímicos permitem determinar a natureza das substâncias químicas armazenadas em estruturas secretoras, tais como idioblastos, células isoladas, hipertrofiadas, maiores que as células vizinhas, além de cavidades, canais secretores, tricomas glandulares, bem como determinar os compostos de reserva e metabólito secundário (CASTRO; MACHADO, 2006; ASCENSÃO, 2007; FIGUEIREDO *et al.* 2007; VENTRELLA *et al.*2013).

Diversos trabalhos foram realizados envolvendo a histoquímica de oleaginosas (OLIVEIRA, 1999; GURGEL, 2009; PERREIRA, 2013; JEREISSATI, 2015; LIMA, 2020), pois as características estruturais e químicas dos seus frutos e sementes constituem critérios seguros nos estudos taxonômicos, filogenéticos e ecofisiológicos e biotecnológicos (SOARES; SANTOS; SILVA, 2019).

Atualmente, vem sendo estudado, um número reduzido de substâncias presentes no óleo das sementes de *Pentaclethra maculosa*, como os ácidos oleicos, limoleico e beênico, para tratamento de úlceras diabéticas, como cicatrizante e em produtos cosméticos (SIMMONS; BANOV; BANOV, 2015; NESTOR; BERMAN; JONES, 2018).

Nesse contexto o objetivo do presente estudo buscou descrever os aspectos anatômicos e identificar as principais classes de compostos de reserva presente nas sementes *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze, através de testes histoquímicos e a composição dos ácidos graxos.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

As matrizes de pracaxi, selecionadas para este estudo estão localizadas nos municípios de Belém, Marituba e São domingo do Capim- Pará (Figura1), localizadas em floresta de várzea.

As coletas foram realizadas com auxílio de podão, antes da deiscência, diretamente na copa das matrizes. Após as coleta, os frutos foram secos à sombra e a extração das sementes foi realizada manualmente, eliminando-se sementes malformadas e as com injúrias mecânicas.

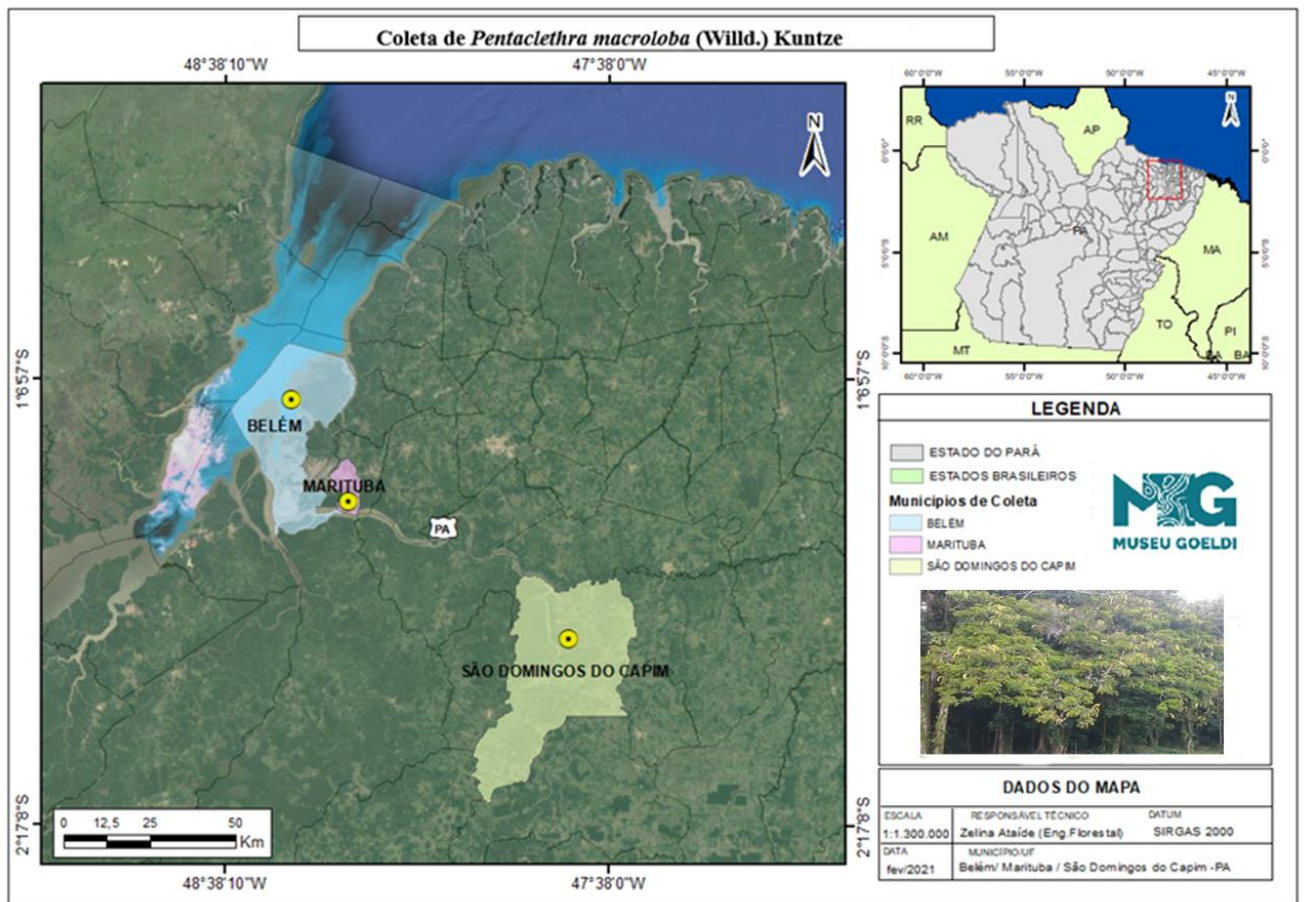


Figura 1 - Mapa de localização das áreas de coleta
Fonte: Autora (2021).

2.2.1 Anatomia

Para as análises anatômicas, as sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas, seccionadas transversalmente e longitudinalmente ao eixo embrionário (figura2), fixadas em FAA 50% (formaldeído, ácido acético e álcool etílico, 50%) por 24 horas sob o vácuo e estocadas em álcool etílico, 70% (JOHANSEN, 1940).

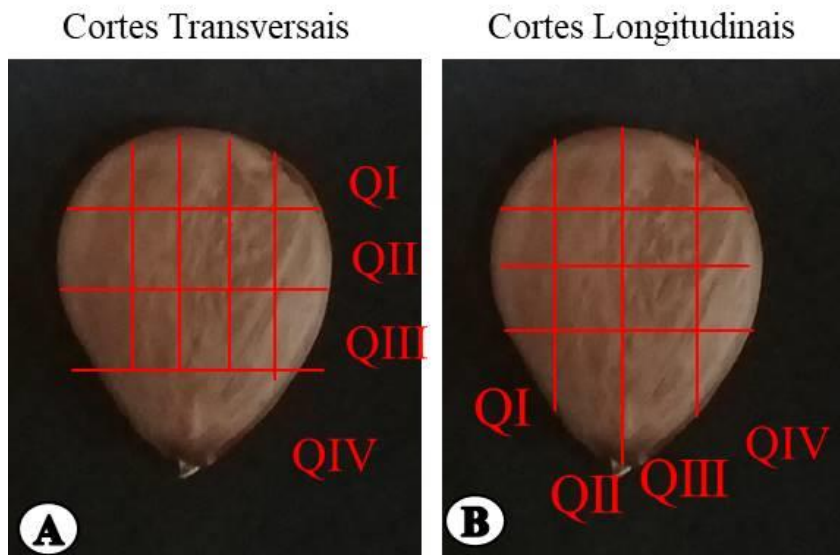


Figura 2 - Secções para fixação

Fonte: Autora, 2021

Para o estudo estrutural, as sementes previamente estocadas em álcool 70% foram submetidas à desidratação em série butílicas crescente (álcool butílico terciário) para inclusão em paraplast (Paraplast Plus®, Sigma-Aldrich, Germany) (JOHANSEN 1940).

Secções transversais e longitudinais de 10µm a 12µm foram obtidas com auxílio de micrótomo rotativo (modelo Leica® RM 2245, Leica® Biosystems, Heidelberg, Alemanha) em seguidas foram coradas em azul de astra e safranina (GERLACH, 1969) e montadas em bálsamo do Canadá (KRAUS; ARDUEN, 1997).

2.2.2 Histoquímica

As sementes foram fixadas para detecção de compostos: i) hidrofílicos (FAA50 por 24 horas (JOHANSEN, 1940), ii) lipofílicos (FNT - Formalina Neutra Tamponada por 48 horas (LILLIE, 1965) e iii) fenólicos totais (SFF- formaldeído, sulfato ferroso e água destilada por 48 horas) (JOHANSEN, 1940) e posteriormente estocados em álcool etílico 70%.

Os testes histoquímicos foram realizados em amostras seccionadas a mão livre e incluídas em paraplast (DEMARCO 2012). Na tabela 1 encontram-se os testes realizados para a detecção dos principais grupos de metabolitos.

Testes controles foram realizados conforme recomendações dos respectivos autores dos testes aplicados. Para cada teste realizado Foram montados e fotografadas amostras antes da aplicação do reagente (branco), visando identificar o aspecto natural da semente.

Tabela 1 - Testes histoquímicos aplicados para detecção das principais classes de metabolitos

Grupos metabólicos	Reagentes	Reação
Alcaloides	Reagente de Dragendorf (Svendsen;Verpoorte, 1983)	Castanho avermelhado
Amido	Reagente de Lugol (Johansen, 1940)	Preto
Fenóis	Cloreto férrico III SFF (Johansen, 1940)	Preto
Pectina	Vermelho de rutênio (Johansen, 1940)	Rosa
Cristais de oxalato de cálcio	Ácido Clorídrico (Chamberlain, 1932)	Dissociação total dos cristais
Lignina	Floroglucina ácida (Johansen, 1940)	Rosa
Lipídios ácidos	Sulfato azul do Nilo (Cain, 1947)	Azul

Lipídios totais	Sudan III Sudan black (Johansen, 1940) (Pearse, 1985)	Alaranjado Preto
Mucilagem ácida	Azul de Toluidina Ph 4.7 Vermelho de rutênio (O´ Brien et al.,1964) (Johansen, 1940)	Roxo Rosa
Polissacarídeos neutros	Reagente de Schiff/ ácido periódico-PAS (Mcmanus, 1948)	Rosa
Proteínas totais	Xilidine ponceau (Vidal, 1970)	Vermelho
Tanino	Vanilina clorídrica (Mace; Howell, 1974)	Vermelho
Terpeno	Reagente de Nadi (David; Carde, 1964)	Azul (óleo essencial) Vermelho (óleo resina) Roxo (Mistura)

2.2.3 Fotografias da Anatomia e Histoquímica

As fotomicrografias de anatomia e histoquímica foram obtidas, por meio do no microscópio (Leica DM6 B, Weltzlar-Alemanha) com câmera digital acoplada (Leica application suite versão LAS V4.12)devidamente calibrado com lâminas micrometradas de acordo com o fabricante, localizado no Laboratório de Microscopia na Coordenação de Botânica do Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emilio Goeldi.

2.2.4 Microscopia eletrônica de Varredura

Para microscopia eletrônica de varredura (MEV), secções transversais e longitudinais das sementes previamente em fixadas em FAA50 (JOHANSEN, 1940), desidratadas em série etílica crescente (GAHAN, 1984), e processadas em secador de ponto crítico usando o CO₂ como líquido de transição, fixadas com grafite sobre suportes metálicos (studs) e metalizadas com carbono e ouro (BÚSSOLA; RUSSEL, 1991).

As eletromicrografias foram obtidas com microscópio Tescan Mira3, com escalas micrométricas projetadas nas mesmas condições ópticas, localizado no laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém-PA.

2.2.5 Fitoquímica

A extração do óleo fixo foi realizada, através de um aparelho tipo Soxhlet utilizando-se 10g de sementes e 150 ml de hexano como solvente. A extração foi realizada por um período de 5 horas. Posteriormente, a esterificação lipídica foi realizada segundo Khan; Scheinmann (1978). Os óleos obtidos foram armazenados em fracos de vidro âmbar, na ausência de oxigênio e, conservados em ambiente refrigerado a 5°C (MAIA; ANDRADE, 2009).

Os óleos foram analisados quanto à composição química, por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada a detector de ionização de chamas (CG-FID) de acordo com o descrito (BATISTA et al., 2015). A composição de ácidos graxos foi determinada usando um cromatógrafo de gás (Varian modelo CP 3380) equipado com um detector de ionização de chama e uma coluna capilar CP-Sil 88 (comprimento 60 m, diâmetro interno 0,25 mm, espessura do filme 0,25 µm; Varian Inc., EUA). Este método considera a conversão de ácidos graxos em ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES).

O cromatógrafo de gás usou detector FID e injetor (razão de divisão 1: 100) temperaturas de 250 ° C, e hélio como gás de arraste a uma taxa de fluxo de 0,9 mL / min. A temperatura da coluna ajustada para 80 ° C durante 4 min e aumentada para 205 ° C a uma taxa de 4 ° C / min. O software Varian Star 3.4.1 usadas para os cromatogramas e misturas conhecidas de ácidos graxos padrão (Nu-check-prep, Inc., EUA) para quantificar os ácidos graxos. Os conteúdos de ácidos graxos foram expressos como porcentagens relativas dos ácidos graxos totais.

2.3. RESULTADOS

2.3 1 Anatomia

Em microscopia eletrônica de varredura, foi possível observar placas de cera na superfície do tegumento (figuras 3A).

O tegumento é composto por: exotesta (epiderme), mesotesta (mesofilo) e endotesta (epiderme interna) (figura 3B). Transversalmente a exotesta é uniestratificada de células cuboides justapostas, com tamanhos diferenciados e parede espessa recoberta por uma

cutícula lisa e delgada. Em seção longitudinal as células da exotesta apresentam o mesmo formato que na seção transversal (figura 3F)

A mesotesta é formada por aproximadamente 18-20 camadas de células parenquimáticas, grandes alongadas horizontalmente, com paredes espessas, que diminuem de tamanho nas camadas mais internas (figuras 3D, E). Na região central da mesotesta, encontram-se feixes vasculares anficrivais, que podem ser observados em diferentes regiões do tegumento (figura 3D). Em seção longitudinal as células as da mesotesta apresentam formato levemente arredondado (figura 3F).

A endotesta consiste em uma camada unisseriada de células retangulares, comprimidas e com paredes espessadas (figura 3 E).

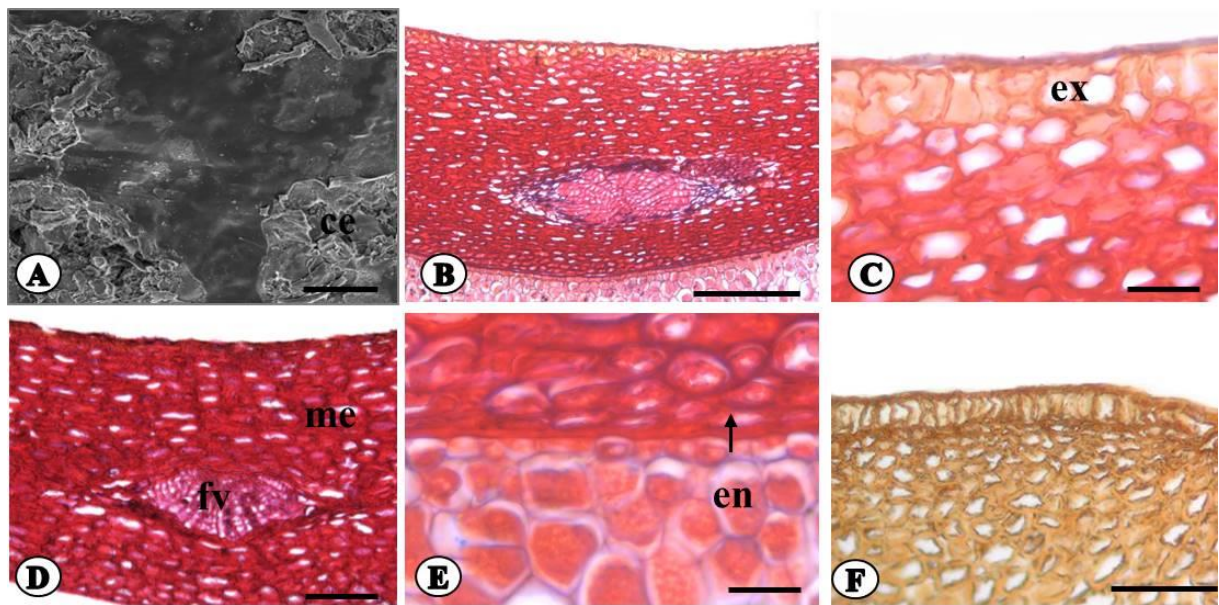


Figura 3- Tegumento de sementes de *Pentaclethra maculosa* (Willd.). Kuntze. **A-** Superfície externa em microscopia eletrônica de varredura (MEV), **B-** Vista geral do tegumento em microscopia de luz, **C-** Detalhe da exotesta, **D-** detalhe da mesotesta, **E-** Detalhe da endotesta, **F-** Detalhe do tegumento em seção longitudinal. **Legenda:** **ce-** cera, **en-** endotesta, **ex-** exotesta, **me-** mesotesta **fv-** feixe vascular. **Barra:** A =20µm, C,F= 50µm, C, F, 100µm = B, D, G.

Em secção transversal a epiderme dos cotilédones é unisseriada, com células retangulares, com paredes espessadas e recobertas por cutícula lisa (figuras 4 A, B). Em secção longitudinal observa-se a mesoderme uniestratificada com parede periclinal externa recoberta por cera (figura 4C).

O mesofilo cotiledonar é preenchido por tecido parenquimático com características de reserva, constituído por células poligonais, heterodimensionais, com paredes delgadas (figura 4D,E,F). Em secção longitudinal às células do mesofilo apresentam formato levemente alongado em relação ao observado nas secções transversais (figura 4G, H).

Os tecidos vasculares apresentam-se organizados em feixes vasculares colaterais, dispersos no mesofilo cotiledonar (figura 4I). Em secção transversal, as cavidades secretoras são compostas por epitélio secretor unisseriado, formado por células tabulares de paredes finas, delimitando o lume isodiamétrico (figuras 4J- K). Idioblastos secretores encontram-se por todo o mesofilo (figura 4L).

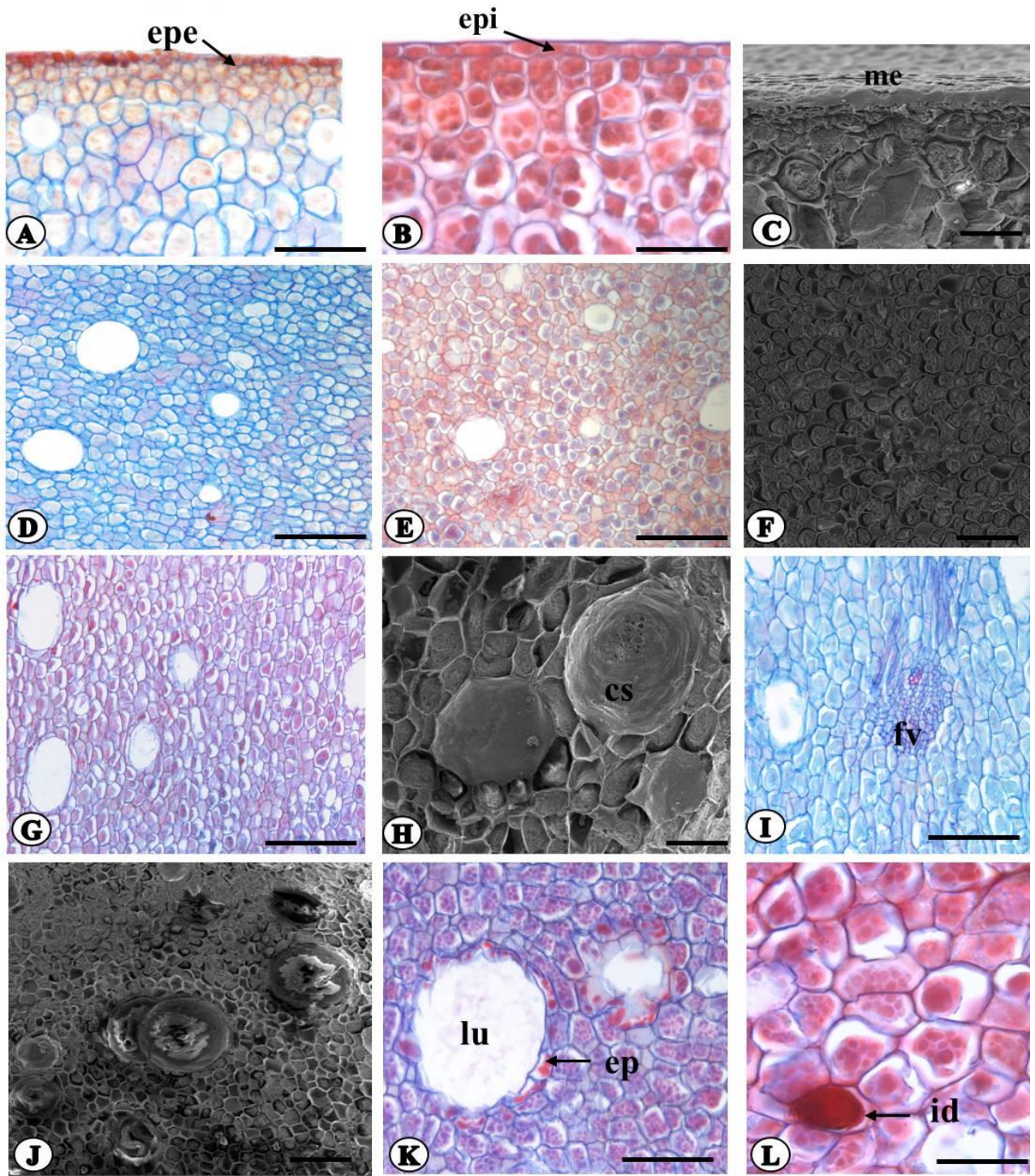


Figura 4 - Cotilédones das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. **A**- Detalhe da epiderme externa do cotilédone em secção transversal, **B**- Detalhe da epiderme interna do cotilédone em secção transversal, **C**- Detalhe da mesoderme em secção longitudinal em MEV, **D**- Mesofilo cotiledonar em secção transversal, **E**- Idioblastos no Mesofilo Cotiledonar, **F**- Células do cotilédone em MEV, **G**- Mesofilo cotiledonar em secção longitudinal, **H**- cavidades secretoras em secção longitudinal, **I**- Detalhe do feixe vascular, **J**- Cavidades secretoras em secção transversal, **K**- Detalhe da cavidade em microscopia de luz, **L** - Detalhe do idioblasto. **Legenda:** epe-epiderme externa, epi-

epiderme interna, **ep**-epitélio secretor, **id**-idioblasto, **lu**-lume, **me**-mesoderme. **Barra**; 20 μ m =C, F, H, J, 100 μ m=A, B, D, E, G, I, K, L D.

O embrião é cotiledonar, em secção transversal a protoderme do embrião é uniestratificada com células retangulares e com paredes periclinais delgadas (figuras 5 A, B).

O meristema fundamental cortical compreende, aproximadamente, 20 camadas de células poligonais levemente alongadas, heterodimensionais de parede finas onde é possível notar uma grande quantidade de cavidades secretoras e idioblastos (figuras 5B). O procâmbio apresenta pouca diferenciação celular, sendo constituído por aproximadamente 12-15 células poligonais levemente alongadas menores que as células do tecido cortical e medular. (figuras 5B, C, E).

O meristema fundamental medular ocupa o maior volume do embrião, formado por células poligonais heterodimensionais, com paredes finas, em toda extensão da medula há idioblastos secretores (figura 5D). Os feixes vasculares colaterais localizam-se na região dos cotilédones do embrião (figura 5F).

No eixo embrionário foram identificados idioblastos secretores (figura 5G), as cavidades secretoras são constituídas por um epitélio secretor unisseriado, formado por células tabulares de paredes finas, lume isodiamétrico semelhante às encontradas no mesofilo cotiledonar.

Nas regiões do tecido cortical e medular são observados pequenos cristais prismáticos (figura 5I).

O embrião em secção longitudinal é constituído por dois cotilédones e o eixo elíptico-basal, reto, com epicótilo, hipicótilo e radícula (figura 5J).

A coifa apresenta epiderme uniestratificada formada por células cuboides e recoberta por cutícula lisa e delgada (figura 5k). Em secção longitudinal a plúmula é pouco diferenciada (figura 5 L).

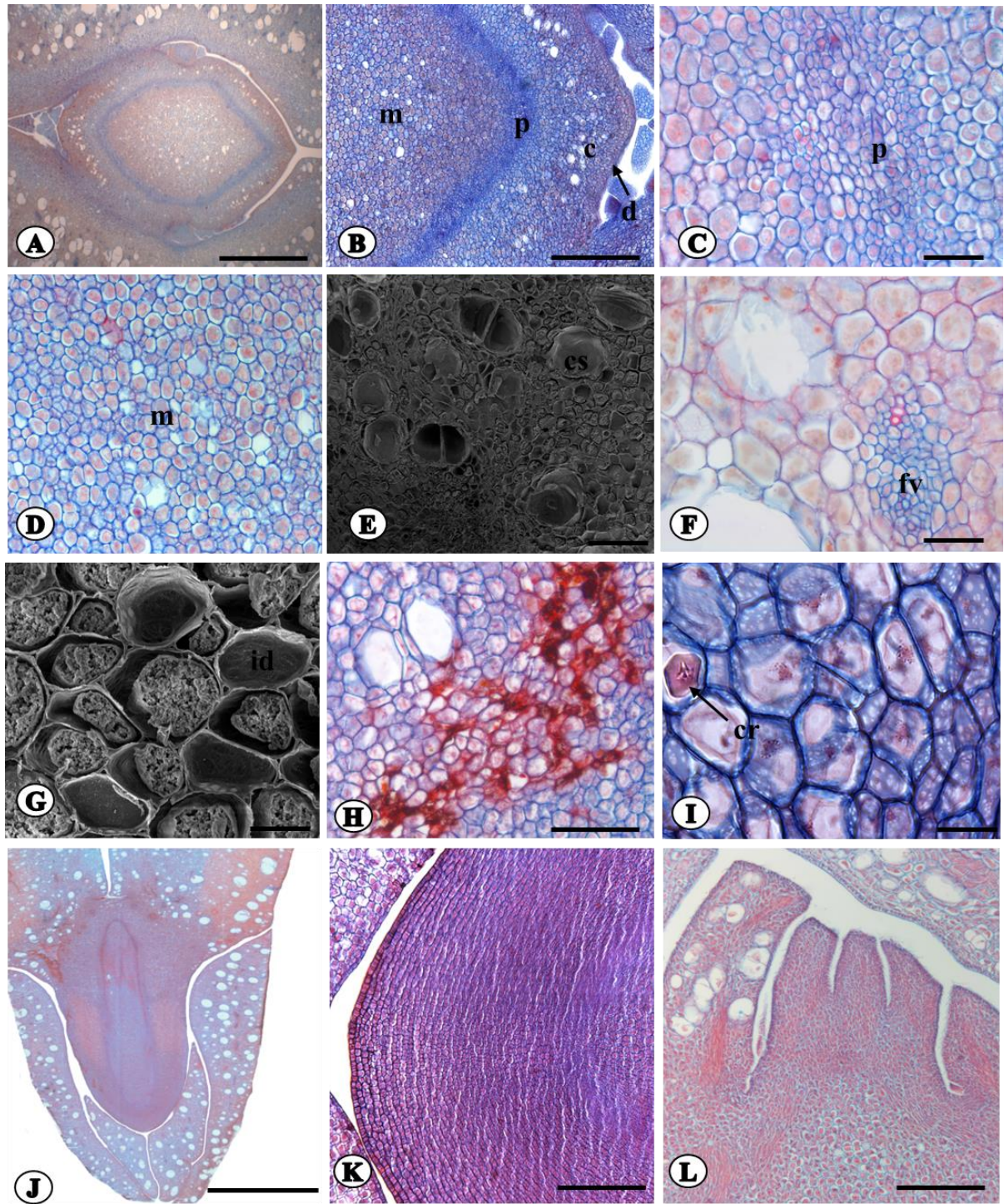


Figura 5- Eixo embrionário das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. **A-** Vista geral do eixo em seção transversal, **B-** Detalhe do embrião em seção transversal, **C-** Detalhe do Procâmbio, **D-** Detalhe da região medular, **E-** Cavidades secretoras, **F-** Feixe vascular **G-** Detalhe dos idioblastos em microscopia eletrônica de varredura, **H-** Detalhe das cavidades sem seção transversal, **I-** Cristal prismático, **J-** Vista geral do embrião em seção longitudinal, **K-** hipocótilo-radícula em seção longitudinal, **L** – plúmula em seção longitudinal. **Legenda:** c- meristema fundamental cortical; cs-

cavidade secretora, **d**- protoderme, **fv**-feixe vascular, **m**- meristema fundamental medular, **p**-procâmbio, **cr**- cristais, **Barra**: 50 μ = I, 20 μ m = E,G, 100 μ m =A, B,C,D,F,H,K,L, 500 μ m=J.

2.3 2 Histoquímica

Os testes histoquímicos realizados no tegumento das sementes de *P. maculosa* foram positivos para lipídios, terpenos, compostos fenólicos totais, tanino, mucilagem, pectina, polissacarídeos, amido, proteínas e alcaloides e lignina. Estes resultados estão organizados na tabela 2 e as reações na figura 6.

Tabela 2 -Resultados dos testes histoquímicos aplicados no tegumento

Teste histoquímico	Estrutura do tegumento			
	Cutícula	Exotesta	Mesotesta	Idioblastos
Lipídios totais	+	+	+	+
Lipídios ácidos	n	+	+	+
Terpenos	n	-	+	+
Proteínas totais	n	-	+	-
Polissacarídeos neutros	n	-	+	-
Amido	n	+	+	-
Compostos fenólicos	n	-	+	-
Tanino	n	-	+	+
Ligninas	n	-	+	-
Compostos Pécnicos	+	-	+	-
Mucilagem ácida	n	-	+	+
Alcaloides	n	+	+	+

Nota: (n) não aplicado, (+) reação positiva, (-) reação negativa.

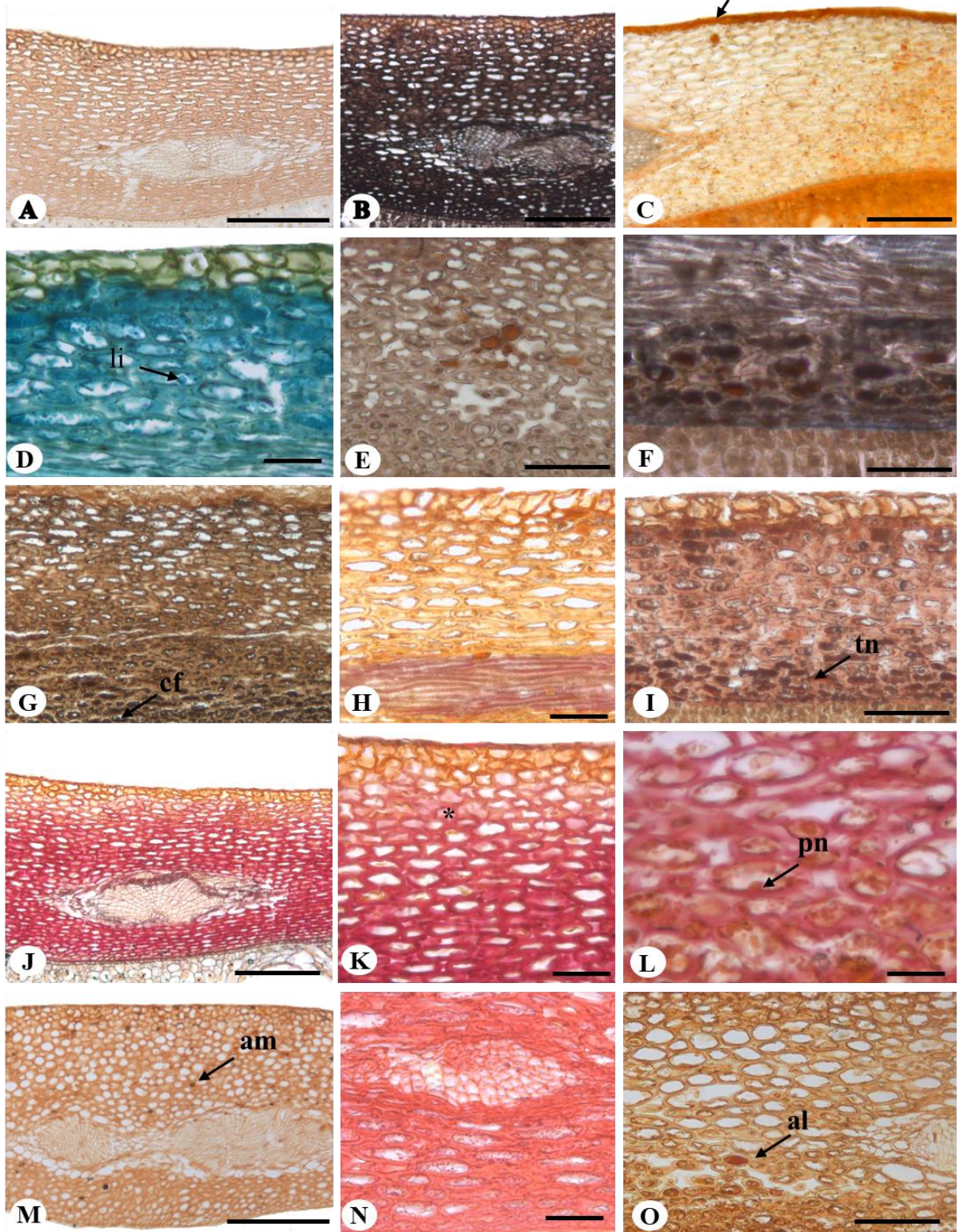


Figura 6 - Testes histoquímicos reações positivas para diferentes classes de metabólitos presentes no tegumento de sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. **A**- Tegumento não submetido aos testes, **B**- Detecção lipídios totais com sudan black, **C**- Detecção lipídios totais com sudan III (seta) reação positiva para lipídios na cutícula, **D**- Reação positiva para lipídios ácidos, **E**- Reação positiva para terpeno óleo resina nos idioblastos, **F**- reação para terpeno nos idioblastos, **G**- reação positiva

para compostos fenólicos totais, **H**- reação positiva para lignina no feixe vascular, **I**- reação positiva para tanino, **J**- reação positiva para pectina, **K**- reação positiva para pectina na cutícula da exotesta (ponta da seta) e mucilagem ácida (*), **L**- reação positiva para polissacarídeos neutros, **M**- amidos **N**- proteínas totais, **O**- idioblasto com alcaloides. **Legenda:** **al**- alcaloides **am**: amido, **cf**- compostos fenólicos; **li**- lipídeos **tn**- tanino. **Barra:** D, L, N H= 50µm, B, C, E, F, G, H, I, O= 100 µm, A, M=200µm.

Os testes histoquímicos aplicados nos cotilédones de *P. macroloba* revelaram reação positiva para terpenos e compostos fenólicos nas cavidades secretora, além de lipídios totais, mucilagem, pectina, polissacarídeos, amido, proteínas e alcaloides.. E reação negativa para tanino e lignina (tabela 3) e (figura 7).

Tabela 3 - Resultado dos testes histoquímicos aplicados nos cotilédones

Teste histoquímico	Estruturas dos cotilédones		
	compostos de reserva	Cavidades secretoras	Idioblastos
Lipídios totais	+	+	+
Lipídios ácidos	+		+
Terpenos	+	+	+
Proteínas totais	+	-	-
Polissacarídeos neutros	+	-	-
Amido	+	-	-
Compostos fenólicos	+	+	+
Tanino	-	-	-
Ligninas	-	-	-
Compostos Pécnicos	+	-	-
Mucilagem ácida	+	-	+
Alcaloides	+	-	+

Nota: (+) reação positiva, (-) reação negativa.

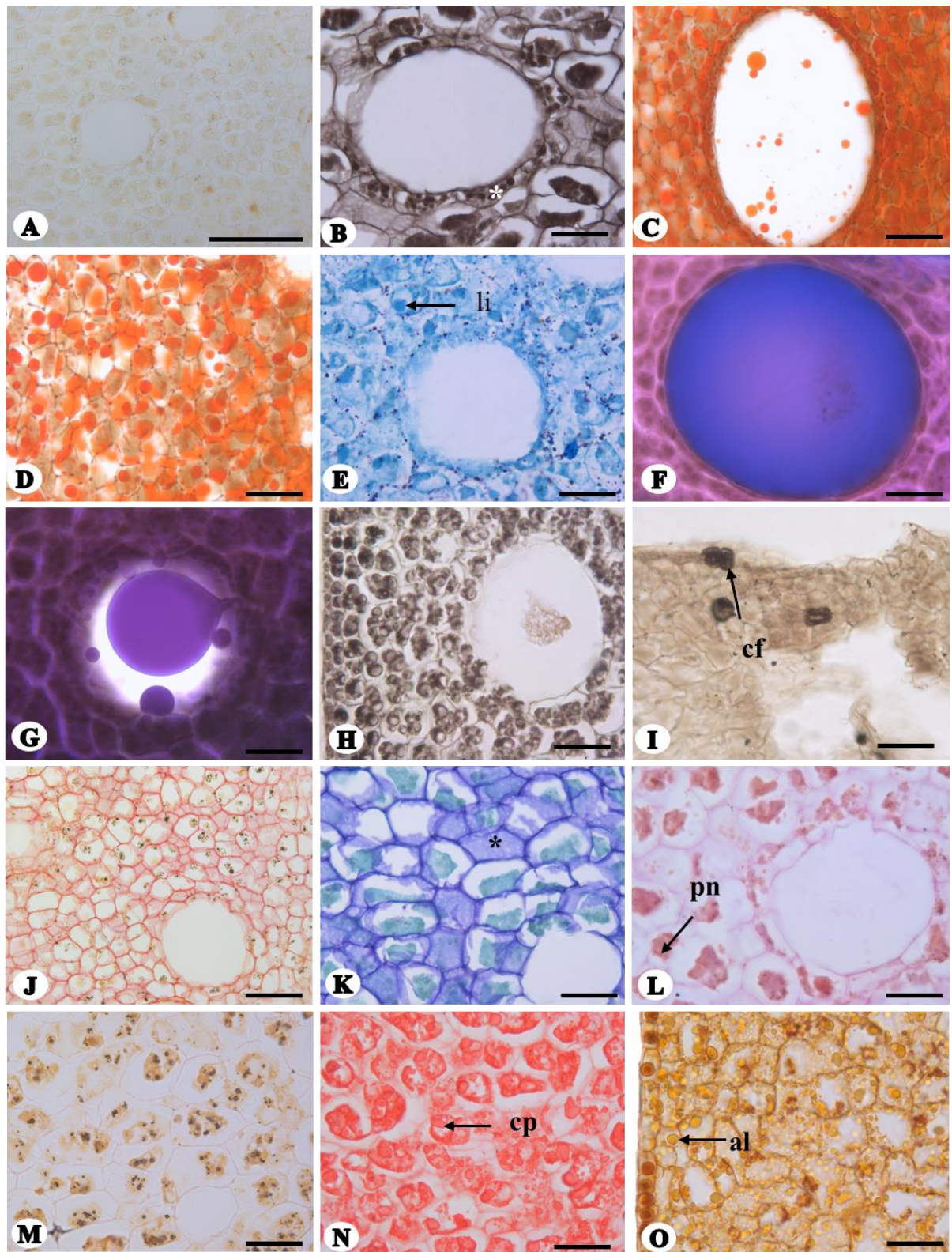


Figura 7- Testes histoquímicos aplicados nos cotilédones das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kunze. **A-** Mesofilo Cotiledonar em branco, **B-** Reação positiva para lipídios totais com sudan black evidenciado, gotículas no epitélio secretor da cavidade (*), **C** – Reação positiva para lipídios totais com sudan III, **D-**Lipídios totais no mesofilo cotiledonar, **E-** Reação positiva para lipídios ácidos, **F-** Reação positiva para terpenos, evidenciando óleo essencial, **G-** Cavidade secretando

terpenos **H**- Compostos fenólicos no lume e no epitélio secretor da cavidade , detectados pelo fixador SFF, **I**- Idioblastos fenólicos detectados pelo cloreto férrico, **J**- Compostos pécticos nas paredes celulares ,**K** – Idioblastos com mucilagem ácida (*), **L**- Polissacarídeos neutros, **M**- Amido, **N**- Proteínas totais, **O**- Alcaloides. **Legenda:** **al**- alcaloides, **cf**- compostos fenólicos, **cp**- corpos proteicos, **li**- lipídeos, pn-polissacarídeos neutros. Barra: B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O=50µm, A= 100µm.

Os resultados dos testes histoquímicos aplicados no eixo embrionário de *P. macroloba* é semelhante aos encontrados para as células do mesofilo cotedonar, exceto pela presença de idioblastos com óleo resina na região do procâmbio e a reação positiva nos cristais prismáticos, revelando que eles são cristais de oxalato de cálcio. Estes resultados encontram-se (tabela 4) e as reações na (figura 8).

Tabela 4 - Resultados dos testes histoquímicos aplicados na região do eixo embrionário

Teste histoquímico	Estrutura do eixo embrionário		
	Eixo embrionário	Cavidades secretoras	Idioblastos
Lipídios totais	+	+	+
Lipídios ácidos	+	-	+
Terpenos	+	+	+
Proteínas totais	+	-	-
Polissacarídeos neutros	+	-	-
Amido	+	-	-
Compostos fenólicos	+	+	+
Tanino	-	-	-
Ligninas	-	-	-
Compostos Pécticos	+	-	-
Mucilagem ácida	+	-	+
Alcaloides	+	-	+
Cristais de oxalato de cálcio	-	-	+

Nota: (+) reação positiva, (-) reação negativa.

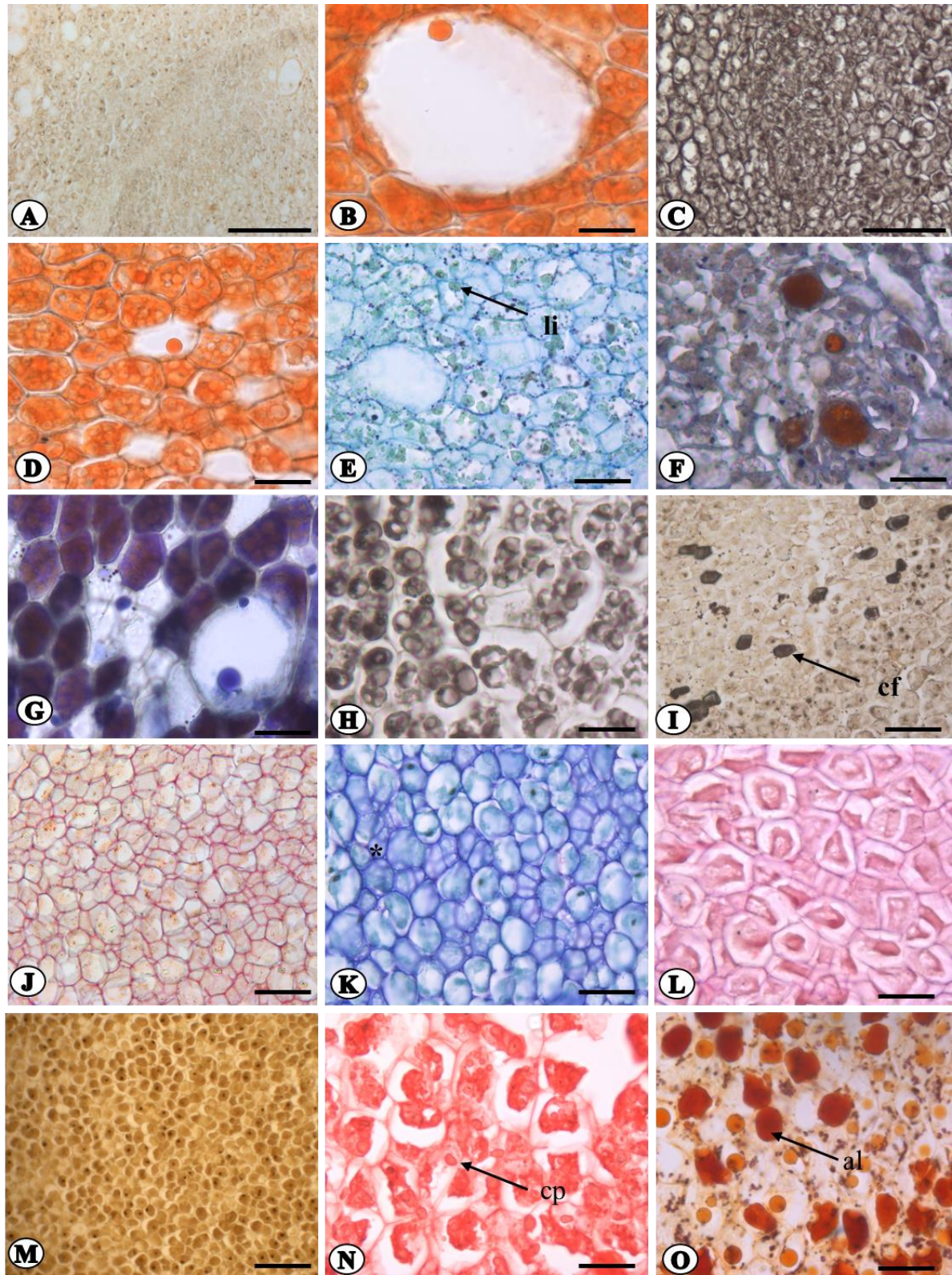


Figura 8- Testes histoquímicos aplicados no eixo embrionário de *Pentaclethra macroloba* (Willd). A- Seção transversal evidenciando o embrião em branco, B- Reação positiva para lipídios totais com sudan III, C – Reação positiva para lipídios totais com sudan black , D-Lipídios totais no cotilédone do embrião, E- Reação positiva para lipídios ácidos nos cotilédones do embrião, F- reação positiva

para terpenos, evidenciando óleo resina nos idioblastos na região do procâmbio, **G**- Terpenos no lume da cavidade secretora, evidenciando óleo essencial, **H**- Compostos fenólicos detectados pelo fixador SFF, **I**- Idioblastos fenólicos detectados no meristema fundamental cortical, **J**- Compostos pécnicos nas paredes celular, **K**- Idioblastos com mucilagem ácida na região medular (*), **L**- polissacarídeos neutros, **M**- Amido, **N**-Proteínas totais, **O**- Alcaloides. **Legenda:** **al**- alcaloides, **cf**- compostos fenólicos; **cp**- corpos proteicos, **li**- lipídios . **Barra:** B, C, E, F, G, H, I, K, L, N, O =50µm, A, D, J, M= 100µm.

2.3 3 Perfil dos ácidos graxos

Os resultados referentes à composição dos ácidos graxos das três populações estudadas, demonstraram que óleo o de *P.macroloba* é rico em ácidos graxos insaturados e saturados. Especialmente o ácido graxo insaturado oleico com (59%), enquanto que o ácido behênico com concentração variando entre (13%) e (14%) entre as populações analisadas foi o principal ácido graxo saturado, ácido graxos como ácido lignocérico com concentração (9% a 11%), ácido linoleico (7% a 9%). Em menor porcentagem ácido esteárico (2,5% a 3%), ácido araquídico (0,76 a 3%), ácido palmítico (0,94 a 2,3%), ácido erúcido (0,80% a 0,94%) e ácido tricosanóico (0,12%) foram encontrados em todas as populações.

Algumas diferenças na composição de dos ácidos graxos foram notatas, como a presença do ácido palmitoleico presente na composição química da população de Belém e população de Marituba é ausente na composição química da população de São Domingos do Capim. O ácido margarico presente somente na população de Marituba e o ácido linolênico ausente na população de Belém (Tabela 5).

Tabela 5 - Tabelas de Porcentagens dos Ácidos Graxos

		São Domingos	Marituba	Belém	
	Compostos	Concentração %			Ret.Time
1	Palmítico	2,3103	2,1946	1,7464	17,589
2	Palmitoleico	-	0,0734	0,0856	17,843
3	Margarico	-	0,0405	-	18,541
4	Esteárico	3,1020	2,5301	2,5948	19,528
5	Oleico	59,2053	59,4308	58,6091	19,755
6	Linoleico	7,9605	9,1528	8,4813	20,098
7	Linolênico	0,3205	0,0643	-	20,632
8	Araquídico	2,5002	0,7677	1,4979	21,402
9	Bêhenico	13,6552	13,5324	14,7712	23,222
10	Erúcido	0,8492	0,9401	0,8051	23,439
11	Tricosanóico	0,1273	0,1190	0,1363	24,354
12	Lignocérico	9,9696	11,1544	11,2723	25,896
	Total				

2.4 DISCUSSÃO

As características estruturais exibidas no tegumento de *P. macroloba* correspondem ao observado por (SOARES; SANTOS; SILVA, 2019). No entanto, o processo de invaginação das células da exotesta, que resultam na formação de cavidades relatado pelos autores não foi notado.

Anatomicamente as sementes de *P. macroloba* não apresentam a complexa estrutura normalmente descrita para a família Leguminosae, tais como exotesta formada por células em paliçáticas, denominadas de células de malpighi, linha lucida, mesotesta formada por células em ampulheta (camada osteoesclereídes) e endotesta por várias camadas de células parenquimáticas (CORNER, 1951; ESAU 1976; GUNN, 1984; WERKER, 1997; BITENCOURTI et al., 2008; SMÝKAL et al., 2014 MARGALHÃES; OLIVEIRA, 2020; MARGALHÃES; GARCIA; OLIVEIRA, 2021).

As características anatomicas da exotesta de *P. macroloba*, também foram observadas para algumas sementes de espécies pertencentes ao gênero *Bauhinia* L. Ponomarenko; Pavlova (2003) observaram que as espécies podem apresentar anatomia tegumentar variando entre o padrão comumente descrito para Leguminosae, ou ser formado por exotesta composta por células cuboides e mesotesta por várias camadas células parenquimáticas, assim como

observado no presente estudo, demonstrando assim uma possível proximidade taxinômica entre as subfamílias Caesalpinioideae e Cercidoideae.

As características estruturais observadas no tegumento de *P. macroloba* podem sugerir ausência de dormência física para a espécie, uma vez que Orwa et al., 2009 descreve as sementes de *P. macroloba* como intermediárias, diferentemente do que ocorre em algumas espécies de *Bauhinia* L. (PONOMARENKO; PAVLOVA, 2003; ILKIU-BORGES; MENDONÇA, 2009) *Piptadenia* Benth (BENEDITO et al., 2008; AZEREDO et al., 2010), *Cenostigma* (WARWICK; LEWIS 2009). Nesse contexto a organização anatômica do tegumento de *P. macroloba* pode fornecer subsídios importantes para identificação da espécie na família Leguminosae, como o observado por Bitencourti et al. (2008) ao comparar anatomicamente os tegumentos das sementes de *Senna occidentalis* (L.) Link. (Fabaceae-Caesalpinioideae) e *Phyllanthus niruri* L (Euphorbiaceae).

Os feixes vasculares presentes na mesotesta de *P. macroloba* podem ser encontrados em toda a extensão do tegumento, bem diferente do que o descrito para *Senna spectabilis* D.C.) Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad) Irwin & Barneby no qual permanecem na micrópila e calaza (MELO-PINNA et al., 1999). Já o embrião é constituído por dois cotilédones e eixo o elíptico-basal, reto com epicótilo e hipocótilo radícula curto, algumas dessas características também foram observadas por Oliveira (1999), ao estudar espécies pertencentes às subfamílias de Leguminosae. Gunn (1981) destaca que essas características são comumente encontradas na subfamília Caesalpinioideae.

As análises histoquímicas das sementes de *P. macroloba*, revelaram a presença de lipídios e compostos pécnicos nas cutículas que recobre a exotesta e nas epidermes externa e interna dos cotilédones das sementes. A cutícula que recobre todas as células da epiderme das plantas pode atuar como barreira protetora contra a perda excessiva de água, entrada de patógenos e insetos, (SILVA;CAVALLET,2005).

A presença de cutícula nas sementes de espécies pertencentes à Leguminosae é constantemente descrita em trabalhos (CORNER, 1951; GUNN, 1981; COSTA et al., 2014; MAGALHÃES; OLIVEIRA, 2020). As cutículas presentes nas plantas são constituídas de cutina lipofílica e por compostos hidrofóbicos chamados de ceras, além de quantidade variada de polissacarídeos (SAMUELS et al., 2008; FICH et al., 2016). Convém mencionar que tanto a presença como a ornamentação da cutícula apresentar um grande valor taxonômico para as espécies (PROCÓPIO et al., 2003; ALQUINI et al., 2006).

Os compostos lipídicos estão presentes em todas as regiões das sementes de *P. macroloba*, no mesofilo cotiledonar e no eixo embrionário sendo produzidos e armazenados

nas cavidades secretoras assim como em idioblastos, essas informações quanto à produção e localização dos compostos lipídicos da espécie em estudo, também foram apontadas por (SOARES; SANTOS; SILVA, 2019).

Em sementes oleaginosas é comum a estocagem de lipídios e gorduras em corpos lipídicos encontrados geralmente nos tecidos de reserva como cotilédones ou endosperma, fornecendo carbono durante a respiração celular e atuando como fonte energética no processo de germinação e contribuindo para a adaptação da plântula em ambientes menos iluminados (CORTE *et al.*, 2006; SERT; BONATO; SOUZA, 2009).

Os lipídios ácidos são encontrados em abundância nas sementes de *P. macroloba*, a natureza ácida dos lipídios está diretamente ligada aos ácidos graxos presentes no óleo. Segundo Carvalho; Nakagawa, (2000) os lipídios de reserva encontrado nas sementes são triglicérides, sendo os ácidos graxos mais comuns os ácidos oleicos, ácidos linoleico e ácido linolênico (SERT; BONATO, SOUZA, 2009). Há diferenças quanto à composição lipídica das sementes de *P. macroloba*, a reação positiva ao reagente de Nadi mostrou a presença de terpenos de diferentes pesos moleculares, como óleos essenciais e óleo resina. Nem sempre a presença de terpenos é detectada em estudos histoquímico de sementes leguminosas como, por exemplo, (CORTE *et al.*, 2006; CORTE *et al.* 2009).

Os óleos essenciais são compostos mono e sesquiterpenos e de fenilpropanoides que atribuem características organolépticas (BIZZO, 2009), enquanto que as resinas são di terpenos ou triterpenos e conferem proteção contra herbívoros.

Em *P. macroloba* compostos fenólicos estão presentes em todas as regiões da semente. No mesófilo cotiledonar e no eixo embrionário podem ser observados idioblastos fenólicos e cavidades secretoras. A presença de compostos fenólicos nas cavidades comprova a natureza mista das substâncias químicas que as cavidades oleíferas produzem, sendo basicamente terpenos e compostos fenólicos. Uma mesma estrutura secretora pode secretar diferentes substâncias químicas dependendo da sua origem ou estágio desenvolvimento do tecido onde estar localizada (COSTA *et al.*.,2021; Tolke *et al.*, 2021).

Os compostos fenólicos são uma classe de compostos químicos possuem pelo menos um anel aromático ligado a um grupo de hidroxila, alterando de uma molécula simples ao polímero (BALANGE e BENJAKUL, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

O teor de compostos fenólicos totais podem ser classificados em três níveis, baixo (<100mg EAG/ 100g), médio (100-500 mg EAG/100 g) e alto (>500mg EAG/ 100g) (RUFINO *et al.*, 2010) . Para o óleo de pracaxi Teixeira *et al.* (2020) identificaram um teor

de compostos fenólicos totais variando de 31,92 a 54,05 mg GAE/kg de óleo, o que representa que óleo de pracaxi apresentar um alto teor de compostos fenólicos totais .

Compostos fenólicos podem ser encontrados em várias espécies vegetais (SILVA *et al.*, 2010). Nesse grupo químico também estão incluídos os flavonoides e os taninos. No presente estudo não foram realizados testes histoquímicos para flavonoides, já o tanino está presente somente no tegumento da semente. Os taninos possuem vários benefícios para organismo animal como antioxidante antimicrobiano (CAPRARULO; GIROMINI;ROSSI,2021). Já flavonoides são antioxidantes, anti-inflamatório, antimicrobiano e antialérgico (GAO, *et al.*, 2016).

Nas plantas os compostos fenólicos representam os principais bioativos presentes nos óleos, agem na proteção contra microrganismos especialmente fungos e herbívoros (DIXON; HARRISON, 1999; SILVA *et al.*, 2010 MONTEIRO *et al.*,2005; BARBOSA *et al.*,2006 JULIO ; OLIVEIRA 2007; ABUD *et al.*,2010), além de participação no controle e absorção de água, na entrada de oxigênio em algumas sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), coloração do tegumento também tem sido ligada aos compostos fenólicos (CORTE *et al.*,2006).

O amido encontra-se distribuídos por todas as regiões da semente de *P. maculoba* de forma semelhante ao observado para outras espécies de Leguminosae (CORTE *et al.* ,2006, CORTE *et al.*, 2009). O amido estocado nas sementes é um polissacarídeo isolável, constituído por amilose e amilopectina (SERT ;BONATO; SOUZA 2009), Nas sementes de *P. maculoba* observou-se um grande acúmulo de lipídios no entanto para algumas sementes de Leguminosae o acúmulo de compostos lipídios é inversamente proporcional ao amido (CORTE *et al.*, 2009).

Nesse contexto os carboidratos de reserva, armazenados nas sementes de algumas leguminosas podem ser aplicados como características taxonômicas, uma vez que não ocorre de forma regular entre as subfamílias (CORTE *et al.*, 2006; HEGNAUER; GRAYER-BARKMEIJ, 1993).

As proteínas presentes nas sementes de *P. maculoba* são lipoproteicas, pois dividem o citoplasma das células com os lipídios, a presença de proteínas nos cotilédones para algumas espécies de Leguminosae pode estar relacionada tolerância a dessecação (GARCIA *et al.*, 2008;CORTE, 2009). As proteínas são a principal fonte de nitrogênio e enxofre e atuam na síntese de outros compostos (BUCKRIDGE *et al.*, 2004).

No que se refere a composição dos ácidos graxos foi possível constatar que o óleo de *P. maculoba* é rico em ácidos graxos saturados e insaturados. Uma composição semelhante

a descrita neste estudo foi relatada por Texeira *et al.* (2012), Costa *et al.* (2014) e Escaranele *et al.* (2020). No entanto, concentrações menores foram descritas para o ácido oleico (47%), e maiores para o ácido behênico (22%), araquídico (12%) por BEZERRA *et al.* (2017). Texeira *et al.* (2020), também relataram menor valor de ácido oleico (53%). Além disso, Pereira *et al.* (2019) relataram aumento para o ácido linolênico (37%).

As variações nas concentrações químicas dos óleos podem estar relacionadas a origem das sementes, assim como aos fatores naturais e os métodos de extração das sementes para produção do óleo (TEIXEIRA *et al.*, 2020). No presente estudo não foram encontrados na composição dos ácidos graxos, os ácidos láurico e mirístico, já relatados em trabalhos anteriores (TEIXEIRA *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2014; BEZERRA *et al.*, 2017; PEREIRA, 2019). Assim como a presença do ácido graxo margarico presente na composição do óleo da população de *P. maculosa* proveniente do Município de Marituba ainda não havia sido relatado em outros estudos.

Em relação ao ácido erúcio, sua concentração varia de (0,80% a 0,94%) entre as populações de *P. maculosa* estudadas, valor próximo ao relatado por (PERREIRA, 2019). A presença do ácido erúcio na composição dos ácidos graxos das populações estudadas pode representar preocupações em relação à saúde humana e animais, uma vez que sua ingestão tem efeito tóxico em animais, e quando presente nos fosfolípidios do plasma humano pode ocasionar de insuficiência cardíaca. (KNUTSEN *et al.*, 2016.)

2.5 CONCLUSÕES

As sementes de *Pentaclethra maculosa* apresentam características anatômicas importantes para distinção da espécie em Caesalpinioideae, como a estrutura do tegumento, que diferem do padrão normalmente descrito para as espécies de Leguminosae.

A detecção e a localização das classes de metabólitos presentes nas sementes de *P. maculosa*, podem auxiliar trabalhos futuros que visem estudar isoladamente essas substâncias químicas.

O óleo de *P. maculosa* é uma importante fonte de ácidos ômega (Oleico, linoleico) e ácido behênico, além de ser rico em compostos fenólicos, o que pode atribuir um alto poder antioxidante ao óleo.

2.6 AGRADECIMENTOS

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi e a Universidade Federal Rural da Amazônia pelo apoio acadêmico, e pela infraestrutura para realização desse estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F. *et al.* Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- ALQUINI, Y. *et al.* In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds.). Anatomia Vegetal. Viçosa: Editora UFV.2006 p. 87-107.
- ASCENSÃO, L. Estruturas secretoras em plantas: Uma abordagem morfo-anatômica. **Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais. Curso Teórico-Prático**, p. 106–136, 2007.
- AZEREDO, G.A.*et al.* Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**. v.32p. 49-58, 2010.
- BALANGE, A., BENJAKUL, S. Enhancement of gel strength of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) surimi using oxidised phenolic compounds. *Food Chem.* v.113, p.61–70,2009.
- BANOV, D.; BANOV, F.; BASSANI, A. S. Case Series: The Effectiveness of Fatty Acids from Pracaxi Oil in a Topical Silicone Base for Scar and Wound Therapy. **Dermatology and Therapy**, v. 4, n. 2, 2014.
- BARBOSA, A. P. *et al.* . Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das Classes de Compostos Presentes na Casca de Espécies Arbóreas. **Revista Fitos**. v. 1, n. 3, p. 47-57, 2006.
- BATISTA,*et al.* Supercritical CO₂ extraction of açai (*Euterpe oleracea*) berry oil: global yield, fatty acids, allelopathic activities, and determination of phenolic and anthocyanins total compounds in the residual pulp. **Journal of supercritical fluids**. v. 107, p. 364-369, 2015.
- BENEDITO, C.P *et al.* Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). **Revista Ciência Agrônômica**. V.39,p. 90-93,2008.
- BEZERRA, C.V *et al.* Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. *Food Chemistry*. v 221, p.1466-1473, 2017.
- BITENCOURT, G. A.; RESENDE, U. M.; FAVERO, S. Descrição morfo-anatômica das sementes de *Senna occidentalis* (L.) Link. (Fabaceae-Caesalpinoideae) e *Phyllanthus niruri* L. (Euphorbiaceae). *Revista de Biologia e Farmácia*, v.3, n. 1, p. 38-44, 2008.
- BIZZO.H.R. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Quim. Nova*.v. 32,n. 3, p.588-594, 2009.

BOZZOLA, J.J.; RUSSEL L.D. Electron microscopy: principles and techniques for biologists. New York: Jones and Bartlett Publishers, p.452,1991.

BUCKERIDGE, M.S *et al.* Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A.G.; Borguetti, F. (Eds). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed.2004 p. 31-50.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Diretrizes e recomendações Técnicas para adoção de boas práticas de manejo da pracaxi (*Pentaclethra macroloba*) **Caderno do extrativista**. 2017 [s.l: s.n.].

CAIN, A.J. The use of Nile blue in the examination of lipids. *Quarternary Journal of Microscopy Science*, v 88, P.383-392, 1947.

CAPRARULO, V. GIROMINI, C., ROSSI, L. Review: Chestnut and quebracho tannins in pig nutrition: the effects on performance and intestinal health. *Animal*, v.15, n.1, 2021.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2000. 588 p.

CASTRO, M.M.; MACHADO, S.R Células e tecidos secretores. *In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia Vegetal*. Viçosa: Ed. UFV. 2006, p. 180-203. CHAMBERLAIN, C. J. 1932. **Methods in plant histology**. 5 ed. Illinois: University of Chicago.

CONDÉ, T.M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, n.43,v.3, p.247-260,2013

CORNER, E.J.H., 1951. The leguminous seed. *Phytomorphology*, 1: 117-150.

CORTE, V.B. *et al.* Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Árvore** v.30(6), p.941-949,2006.

CORTE, V.B. *et al.* Histochemical and ultrastructural study of *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae) seeds. **Revista Árvore**. v.33(5),p. 873-883,2009.

COSTA, L.G.; SILVA, A.G.; GOMES, D.R. Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e anatomia das sementes de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*). **Revista de Ciências Agrárias**. v.57(4),p. 414-421,2014.

COSTA, M.N.F. DOS S. *et al.* Characterization of *Pentaclethra macroloba* oil. *J. Therm. Anal. Calorim.* v.115, p.2269–2275,2014.

COSTA, 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, p. 877, 2021.

CRESPI, B.; GUERRA, G. A. D. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do Pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém- PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 176–189, 2013.

DANTAS, A. R. *et al.* Spatial distribution of a population of *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze in a floodplain forest of the Amazon estuary. **Revista Árvore**.v 41,p. 1–11,2017.

- DANTAS, A.R. *et al.* Morphology, germination, and geographic distribution of *Pentaclethra macroloba* (Fabaceae): a hyperdominant Amazonian tree. **Rev. Biol. Trop.** v. 69,n.1,p.181-196,2021.
- DAVID, R.; CARDE, J.P. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du *Pin maritime* au moyen du reactif Nadi. Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l' Academie des Sciences Paris, Série D, v. 258, p. 1338-1340,1964.
- DEMARCO. D. Protocolo de coloração:Histoquímica.. **Curso Teórico-Prático**, p.26, 2012.
- DIXON, R. A.; HARRISON, M. J. Activation, structure, and organization of genes involved in microbial defense in plants. *Advances in Genetics*. v. 28, p. 165-234. 1999.
- EATON. W.D. *et al.* . The impact of *Pentaclethra macroloba* on soil microbial nitrogen fixing communities and nutrients within developing secondary forests in the Northern Zone of Costa Rica. **Tropical Ecology**, v. 53, n. 2, p. 207–214, 2012
- ESAU, K. 1976. Anatomia das plantas com sementes. São Paulo: Edgard Blucher, p.1-29
- ESCARAMELE, L.R. *et al.* . Uso do óleo vegetal de pracaxi como silicone natural na haste capilar. *Brazilian Journal of Natural Sciences*, v.3, n.3,2020.
- EVERT RF. 2013. Anatomia das plantas de Esau, meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento. São Paulo, Bluche
- FAHN A. Functions and location of secretory tissues in plants and their possible evolutionary trends. *Israel Journal of Plant Sciences*. V. 50,p. 59-64,2002.
- FERREIRA, L.V.; PAROLIN, P. Tree phenology in Central Amazonian floodplain forests:effects of water level fluctuation and precipitation at community and population level.**Pesquisas Botânica**, n.58.p.139-155,2007.
- FICH, E.A.; SEGERSON, N.A.; ROSE, J.K. C. A cutina de poliéster vegetal: biossíntese, estrutura e papéis biológicos. *Rev. Plant Biol.*v. 67, p. 207-233, 2016.
- FIGUEIREDO, A.C.S.; BARROSO, J.M.G.; PEDRO, L.M.G. ; ASCENSÃO, L. Histoquímica e citoquímica em plantas: princípios e protocolos. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Centro de Biotecnologia Vegetal, 68 p. 2007.
- GAHAN, P. B. 1984. **Plant histochemistry and citochemistry**. London: Academic Press.
- GAO, J., LIN, H., WANG, X.J., SONG, Z.G., JIAO, H.C. Vitamin E supplementation alleviates the oxidative stress induced by dexamethasone treatment and improves meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, v.89, p. 318-327, 2016
- GARCIA, L.C.; MORAES, R.P.; LIMA, R.M.B. 2008. Determinação do Grau Crítico de Umidade em Sementes de *Cenostigma tocaninum* Ducke. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3): 174178.
- GERLACH, G.Botanische Mikrotechnik. Stuttgart: Georg Thieme Verlag: p. 344, 1969.

GUNN, C.R. (1984). Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Technical Bulletin, Springfield: United States

GUNN, C.R. 1981. Seeds of Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. Advances in legume systematics. Royal Botanic Gardens, Kew. Part 2, p.913-925.

GURGEL, E.S.C. **Morfoanatomia, perfil químico e atividade alelopática de três espécies de *Copaifera L.* (Leguminosae Caesalpinioideae) nativas da Amazônia.** 2009. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Botânica). Manaus, Amazonas, 2009.

HARTMANN, L.S.; RODRIGUES, R.S. Morfologia de plântulas de *Martiodendron excelsum* e sua relevância sistemática em Dialiinae (Leguminosae, “Caesalpinioideae”). **Rodriguésia**, v.65, n.3, p.577,2014.

HEGNAUER, R.; GRAYER-BARKMEIJE, R.J. Relevance of seed polysaccharides and flavonoids for the classification of the Leguminosae: a chemotaxonomic approach. **Phytochemistry**. V. 34(1),p. 3-16,1993.

JOHANSEN, D.A. 1940. Plant Microtechnique. New York, McGraw-Hill Book Company Inc., 523 p.

JOKER, D.; SALAZAR, R. *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 2 p. (Seed Leaflet, 35).

JULIO, P.G.S.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae), espécie de cerrado do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**v. v.30(2),p189-203,2007.

KHAN,G.R. ; SCHINMANN,F. Some recent advances in physical methods for analysis and characterization of polyunsaturated fatty acids. **Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids**, v.1,n.4, p.343-367,1978.

KNUTSEN et al . Erucic acid in feed and food. European Food Safety Authority. v.14, n.11, 2016.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: EDUR. 198 p. 1997.

LILLIE, R.D. Histopathologic technic and practical histochemistry. 3ed. McGraw Hill Co., New York, p. 1-715,1965.

LIMA,S.C.S.;GENOVESE-MARCOMINIP.R.;QUISEN.R.C.;MENDONÇA.M.S. Morphoanatomic and histochemical aspects of *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés seed .**Journal of Seed Science**, v.42,2020.

LKIU-BORGES, F., MENDONÇA, M.S. (2009) Morfo-anatomia da semente de *Bauhinia monandra* Kurz. (Leguminosae-Caesalpinioideae) **Revista Brasileira de Sementes**. v.31, p.168-174,2009.

LPWG. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, 66(1) 44-77.

MACE M.E.; HOWELI C.R Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany** **52**, 2423-2426. 1974

MAGALHÃES C.R. OLIVEIRA. D.M.T. Testa structure in *Erythrina speciosa* (Leguminosae): the role of the mucilaginous stratum in the acquisition of physical dormancy. **Acta Botanica Brasilica**.v. 34,p. 592-598,2020.

MAGALHÃES, C.R.; GARCIA, Q.S.; OLIVEIRA, D.M.T . Post-dispersion humidity condition alters the surface of the testa and the proportion of seeds with physical dormancy in *Erythrina speciosa*. *Seed Science Research*.v.31,p.149-15.2021

MAIA, J.G.S.; ANDRADE. H.E.H. Database of the Amazon aromatic plants and their essential oils. **Quim. Nova**, v. 32, n. 3, p. 595-622, 2009

MCMANUS, J. F. A. Histological and histochemical uses of periodic acid. *Stain Technology*, v. 23, p. 99-108, 1948.

MELO-PINNA, G.F.A.; NEIVA, M.S.M.; BARBOSA, D.C.A.. Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE-Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**. v22(3),p. 375-379,1999.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

NESTOR, M.S.; BERMAN, B.; JONES. J.L.Comparison of Safety and Efficacy of a Silicone-Based Gel Containing Pracaxi Oil (*Pentaclethra macroloba*) Versus a Silicon-Based Gel Containing Cepalin Onion Extract for the Treatment of Post-Surgical Hypertrophic Scars. **Skin**, v. 2, n. 6, p. 380–388, 2018.

O'Brien TP, McCylly ME 'The study of plant structure: principles and selected methods. (Termarcaphi PTY. LTD: Melbourne) (1981).

OLIVEIRA, D. M. T. 1999. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. **Acta Botanica Brasilica** **13**(3):263-269.

OLIVEIRA, L.L., CARVALHO, M.V., MELO, L., 2014. Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. **Rev. Ceres**.v. 61,p. 764–779,2014.

PEARSE, A.G.E. 1980. Histochemistry theoretical and applied: preparative and optical technology. 4. ed. Edinburgh: Churchill Livingston, 439p

ORWA, C.*et al.* Agroforestree Database: a tree reference and selection guide version 4.0. 2009. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>. Acesso em: 25 maio 2021.

PEREIRA, E.*et al.*. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. *Food Chem*. V.278,p. 208–215,2019.

PEREIRA, G.M. *Carthamus tinctorius* L.: A armazenagem de sementes viabilidade do óleo para biodiesel e da torta para alimentação animal. 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal do Rio Grande do Norte -UFRN ,Natal,RN,2013.

- PONOMARENKO, S.F.; PAVLOVA, M.E. Seed structure in the genus *Bauhinia* L. (fam. Fabaceae Lindl.) in the context of taxonomy. *Biology Bulletin*. V. 30,p. 361-369,2003.
- PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil.*Rev. Planta Daninha*. v.21, n.2, p.263-271, 2003.
- RUFINO, M. S. M.*et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, v.121, n.4, p.996-1002, 2010.
- SAMUELS, L. KUNST, L.; JETTER, R.. Sealing plant surfaces: cuticular wax formation by 13epidermal cells. *Annual Review of Plant Biology*.v 59,p. 683-707,2008.
- SANTIAGO,G.M.P.*et al.* Avaliação da atividade larvicida de saponinas triterpênicas isoladas de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) e *Cordia piauhiensis* Fresen (*Boraginaceae*) sobre *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p.187–190, 2005.
- SERT, M.A.; BONATO, C.M. ; SOUZA, L.A. 2009. Germinação da semente. In Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação (L.A. Souza, org.). Toda Palavra, Ponta Grossa. 279 p
- SILVA, J.O.*et al.*. Triterpenoid saponins, new metalloprotease snake venom inhibitors isolated from *Pentaclethra macroloba*. *Toxicon*.v. 50(2), p.283-291,2007.
- SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; Koblitz, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.
- SILVA.L.M.; ALQUIM.Y.; CAVALLET.V.J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta bot. bras.** 19(1): 183-194. 2005
- SIMMONS, C. V.; BANOV, F.; BANOV, D. Use of a topical anhydrous silicone base containing fatty acids from pracaxi oil in a patient with a diabetic ulcer. **SAGE Open Medical Case Reports**, v. 3, 2015.
- SMÝKAL, P.; VERNOUD, V.; BLAIR, M.W.; SOUKUP, A.; THOMPSON, R.D. The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume seed. *Frontiers in Plant Science*,v, 5, p.1-19,2014.
- SOARES, R. N.; SANTOS, R. O.; SILVA, B. M. DA S. E. Morphological aspects and anatomy of the fruit, seeds and seedlings of *Pentaclethra macroloba* (willd.) Kuntze (Fabaceae). **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 452–460, 2019.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. [S.l: s.n.], 2012
- SVENDSEN, A.B.; VERPOORTE, R. *Chromatography of alkaloids*. Elsevier Scientific Publish Company, Amsterdam and New York. 503 p. 1983.
- TEIXEIRA, G.L.*et al.* omposition, thermal behavior and antioxidant activity of pracaxi (*Pentaclethra macroloba*) seed oil obtained by supercritical CO₂, Biocatalysis and **Agricultural Biotechnology**, v. 24, 2020

TEIXEIRA, R. DA S.*et al.*. Mushroom tyrosinase inhibitory activity and major fatty acid constituents of Amazonian native flora oils. *Braz. J. Pharm. Sci.* v.48, p.399–404,2012

TOLKE, E. Det *al.* Secretory ducts in anacardiaceae: Updated concepts and new findings based on histological evidence. **South African Journal of Botany**.v 138,p394-405,2021.

VENTRELLA, M.C. ALMEIDA, A.L. NERY, L.A. COELHO, V.P.M. Métodos histoquímicos aplicados às sementes. Viçosa, MG: Ed. UFV, 40p,2013.

VIDAL, B.C. 1970. Dichroism in collagen bundles stained with xylydine- Ponceau 2R. *Annales d’Histochemie*,

WARWICK, M.C.; LEWIS, G.P. 2009. A revision of *Cenosti*(LeguminosaeCaesalpinioideae-Caesalpinieae), a genus endemic to Brazil. *Kew Bulletin*, v.64,p. 135-146,2009.

WERKER, E. (1997) Seed anatomy. Berlin, Gebrüder Borntraeger.

3. CONCLUSÕES GERAIS

As características anatômicas dos cotilédones e do embrião são semelhantes às de outras espécies de Fabaceae, já o tegumento difere anatomicamente do padrão comumente descrito para as Leguminosas.

Foram encontrados três principais tipos de reserva nutritiva nas sementes (lipídios, amido e proteínas).

Os ácidos graxos com maior concentração nas sementes são; os ácidos, oleico, lignocérico, bêhenico e linoleico.

As características anatômicas, histoquímica e fitoquímica ampliam a base de conhecimento sobre a espécie e podem subsidiar estudos na área de tecnologia de semente, principalmente o armazenamento e biotecnológicos, pois óleo é grande fonte de bioativos benéficos à saúde. Também chamam a atenção para importância da conservação da espécie e uso sustentável do óleo.

APÊNDICE

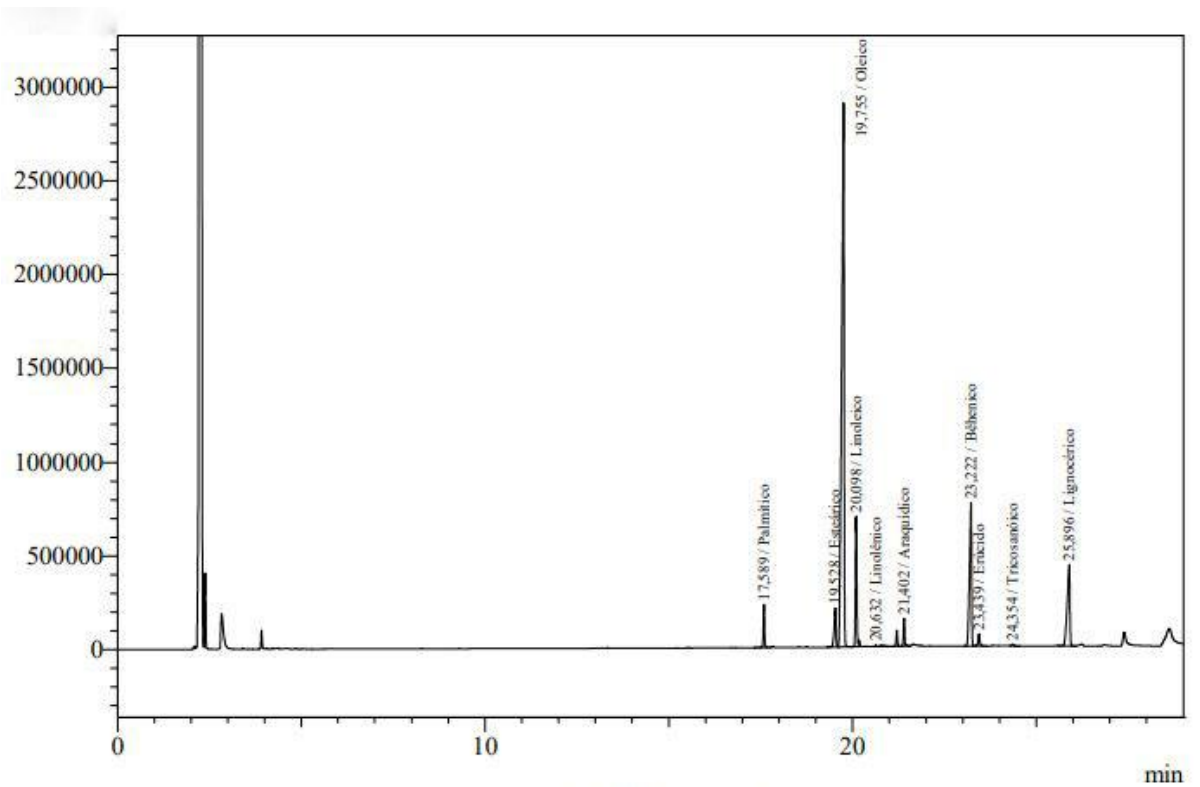


Figura 1- Perfil dos Ácidos Graxos das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze proveniente da População São Domingos do Capim

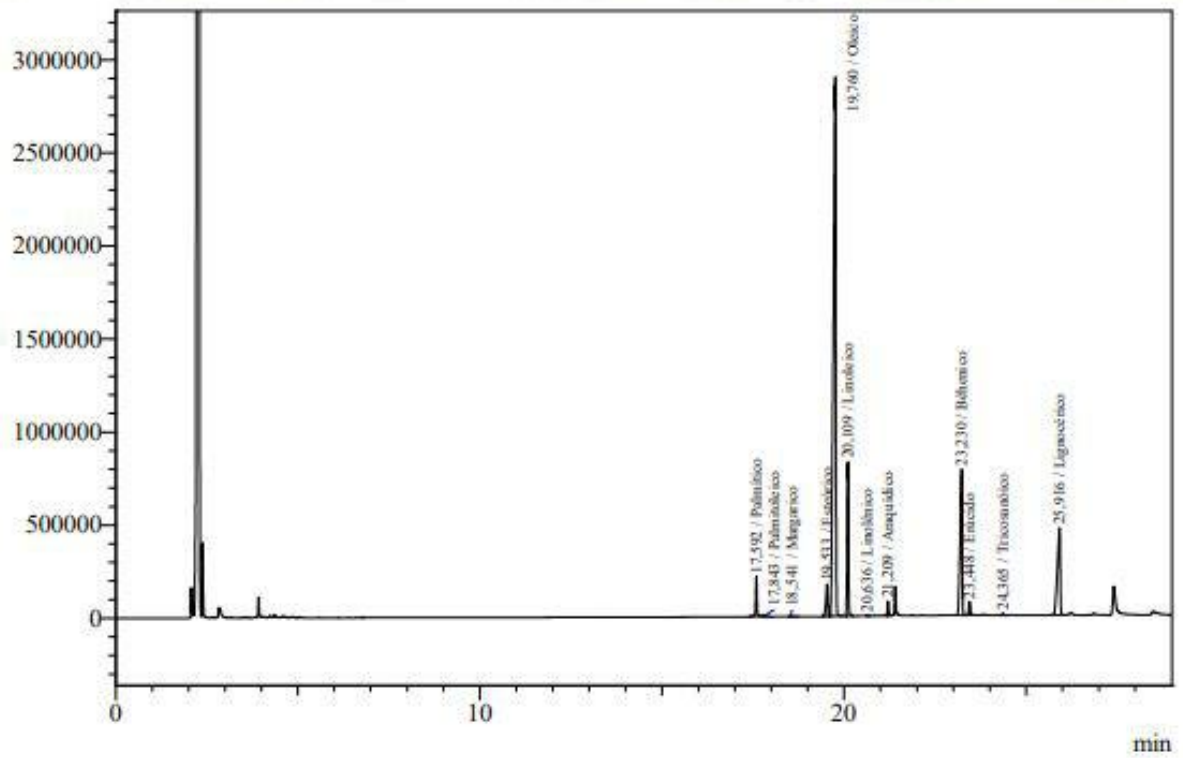


Figura 2- Perfil dos Ácidos Graxos das sementes de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze proveniente da População Marituba

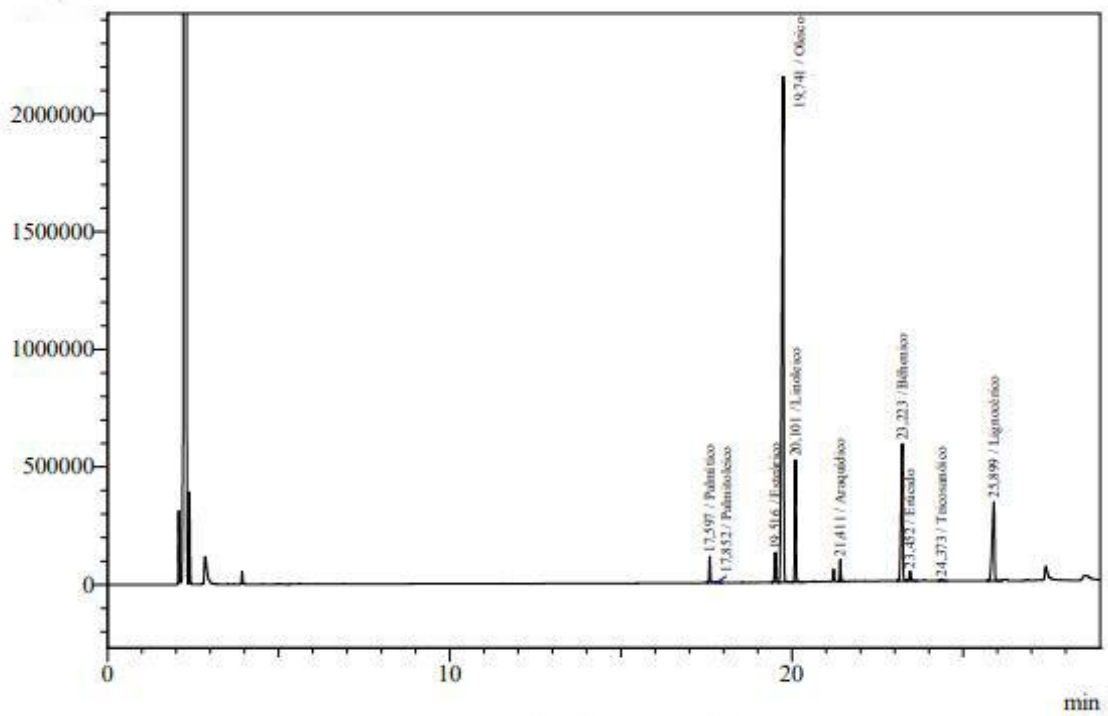


Figura 3- Perfil dos Ácidos Graxos das sementes de *Pentaclethra maculoba* (Willd.) Kuntze proveniente da População Belém