



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS – ICET
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS QUÍMICA E BIOLOGIA



FERNANDA LIMA DE ALENCAR

**ÓLEO DE ANDIROBA (*Carapa guianensis* Aublet): DAS
CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DA ESPÉCIE À EXTRAÇÃO DO ÓLEO**

ITACOATIARA/AM

2023

FERNANDA LIMA DE ALENCAR

**ÓLEO DE ANDIROBA (*Carapa guianensis* Aublet): DAS
CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DA ESPÉCIE À EXTRAÇÃO DO ÓLEO**

Trabalho apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET – Itacoatiara, a disciplina ITB023-Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como um dos pré-requisitos para a obtenção de título de Licenciada no Curso de Ciências: Química e Biologia na área de Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Alex Martins Ramos

TACOATIARA/AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A3686 Alencar, Fernanda de Lima
Óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet): das características botânicas da espécie à extração do óleo / Fernanda de Lima Alencar . 2023
39 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Alex Martins Ramos
TCC de Graduação (Licenciatura em Ciências Biológicas) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Andirobeira. 2. Extração artesanal. 3. Ácidos graxos. 4. *Carapa guianensis* Aublet. I. Ramos, Alex Martins. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Curso de Ciências - Química e Biologia - ICET

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**Óleo de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.): Das características Botânicas da espécie à extração do óleo**", elaborado por **Fernanda Lima de Alencar** foi julgado adequado por todos os membros da Banca Examinadora, para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências: Química e Biologia e aprovado, em sua forma final, pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia.

Itacoatiara, 28 de fevereiro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Isabel Reis Guesdon, Professor do Magistério Superior**, em 28/02/2023, às 12:35, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alex Martins Ramos, Professor do Magistério Superior**, em 28/02/2023, às 13:59, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Margarida Carmo de Souza, Professor do Magistério Superior**, em 09/03/2023, às 17:37, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1381977** e o código CRC **BCD392D0**.

Rua Nossa Senhora do Rosário - Bairro Tiradentes nº 3836 - Telefone: (92) (92) 99318-2549
CEP 69103-128 Itacoatiara/AM - ccqbicet@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.044868/2022-62

SEI nº 1381977

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus por permitir realizar este trabalho.

Agradeço a minha família pelo apoio, foram de grande importância em todo o processo.

Agradeço ao meu orientador professor Alex Martins Ramos pela paciência e parceria na construção desse trabalho, sei que não foi fácil me orientar, mas se não fosse por ele não estarei realizando esse trabalho e defendendo. Agradeço cada palavra de incentivo, atenção e dedicação que o Sr. Teve por esse trabalho fosse concluído.

Gratidão pela participação das professoras Isabel Reis e Silva e Margarida Carmo de Souza na banca, obrigada pela dedicação e atenção de cada uma, foram essenciais para minha formação acadêmica.

Agradeço aos meus amigos que de forma direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho.

Meu muito obrigada a todos!

“Na natureza, nada se cria,
nada se perde,
tudo se transforma.”

(Antoine-Laurent de Lavoisier)

RESUMO

A andiroba, espécie pertencente à família Meliaceae, de uso múltiplo de grande interesse econômico, sobretudo por suas propriedades medicinais. O objetivo de estudo foi realizar uma revisão bibliográfica, em artigos científicos, sobre a produção do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) considerando desde suas características botânicas, agrônomicas e físico-químicas e suas relações com a qualidade do óleo. Através, de artigos científicos sobre a espécie *Carapa guianensis* Aublet através de palavras-chaves: 'andiroba', '*Carapa guianensis*', 'métodos de armazenamento das sementes de andiroba', 'processo de extração do óleo de andiroba', 'composição físico-química do óleo da andiroba', 'extração, comercialização e usos do óleo de andiroba', 'uso medicinal do óleo de andiroba', 'predação de sementes de andiroba'. Fazendo-se uso da técnica bibliométricas, os dados das pesquisas foram coletados nas bases de dados: artigos, livros, teses, dissertações em revistas internacionais e nacionais, entre outros, nas bases de busca Google Acadêmico, Portal Periódicos Scielo. O óleo fixo foi caracterizado quanto a/o: índice de acidez, índice de saponificação, índice de iodo, índice de peróxido meq/Kg, índice de refração (Zeiss 40°C), densidade e composição em ácidos graxos. Os resultados físico-químicos demonstraram que o óleo de andiroba extraído artesanalmente se enquadram dentro dos padrões recomendados pelos órgãos regulamentadores de qualidade de óleos vegetais. A composição química do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) apresentou os seguintes ácidos graxos majoritários: o ácido oleico (48-59%), palmítico (21-32%), esteárico (6-13%), linoleico (4,9-16), linolênico (9-16%) e mirístico (7,1-18,1%), totalizando 95,74% da composição e concentração do óleo, sendo o ácido graxo insaturado representando 58,8% e saturado 36,99%, pois demonstraram que os ácido graxos insaturado de maior proporção encontrado no óleo é ácido oleico (49,74%) e os ácidos graxos saturado de maior proporção é o ácido palmítico (28,29%) representado no constituintes do óleo. Essa composição química do óleo de andiroba variam enormemente as frações de cada ácido, dependendo dos fatores climáticos (temperatura, efeito sazonal, intensidade da luz), forma de armazenamento, pode influenciar diretamente nos resultados.

PALAVRAS-CHAVES: andirobeira, extração artesanal, ácidos graxos.

ABSTRACT

Andiroba, a species belonging to the Meliaceae family, of multiple use of great economic interest, especially for its medicinal properties. The objective of study was to carry out a bibliographic review in scientific articles on the production of andiroba oil (*Carapa Guianensis* Aublet) considering from its botanical, agronomic and physicochemical characteristics and its relations with oil quality. Through scientific articles on the species *Carapa Guianensis* Aublet behind keywords: 'andiroba', 'Carapa Guianensis', 'and andiroba seed storage methods', 'Andiroba oil extraction process', 'physical composition- Andiroba oil chemistry', 'extraction, marketing and uses of Andiroba oil', 'medicinal use of Andiroba oil', 'and and andiroba seed predation'. Using the bibliometric technique, research data was collected in the databases: articles, books, theses, dissertations in international and national magazines, among others, in the Google Academic Search bases, Portal Periodicals Scielo. Fixed oil has been characterized as A/O: acidity index, saponification index, iodine index, meq/kg peroxide index, refractive index (zeiss 40°C), fatty acid density and composition. The physicochemical results have shown that andiroba oil extracted handcrafted fit within the standards recommended by the quality regulatory organs of vegetable oils. The chemical composition of andiroba oil (*carapa guianensis* Aubl.), Presenting the following major fatty acids in the oil sample that are: oleic acid (48-59%), palmitic (21-32%), steric (6-13 %), linoleic (4.9-16), linolenic (9-16%) and myristic (7.1-18.1%), totaling 95.74% of oil composition and concentration, being unsaturated fatty acid representing 58.8% and saturated 36.99%, as they demonstrated that the most unsaturated fatty acids found in oil is oleic acid (49.74%) and higher -proportion saturated fatty acids is palmitic acid (28.29%) Represented in the Constituents of Oil. This chemical composition of andiroba oil vary greatly the fractions of each acid, depending on climatic factors (temperature, seasonal effect, light intensity), storage, can directly influence results.

KEYWORDS: andirobeira, artisanal extraction, fatty acids.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
Justificativa	11
Objetivos	12
1.2.1 Objetivo Geral	12
1.2.2 Objetivo Específico	12
2 METODOLOGIA	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4 DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E ECOLOGIA	13
4.1 Nomes Populares	13
4.2 Distribuição Geográfica	14
4.3 Habitat	14
4.4 Germinação das Sementes	15
4.5 Plântulas (Planta Recém-Nascida)	16
4.6 Árvore e Folha	18
4.7 Inflorescência, Frutos e Sementes	19
5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO	22
5.1 Extração Artesanal	22
5.2 Extração Mecânica ou Prensagem	24
5.3 Extração por Solvente	26
6 PRAGAS E DOENÇAS	27
7 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO	28
8 USO E COMERCIALIZAÇÃO	31
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A Meliaceae *Carapa guianensis* Aublet, conhecida popularmente como andiroba (das palavras indígenas, “landi”, óleo e “rob”, amargo) é uma arbórea, secundária tardia ou clímax, perenifólia e de dossel ou sub-dossel (KAGEYAMA et al., 2004; MENEZES, 2005, p. 03; DA SILVA et al., 2009; HENRIQUES; PENIDO, 2014; NASCIMENTO et al., 2019). A andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) é uma espécie vegetal popularmente conhecida como carapa, angirova, andirobinha, andiroba-branca, andiroba-de-igapó, andiroba-lisa, andiroba vermelha, purga-de-santo-inácio, entre outros nomes pertencente à família *Meliaceae*, pode alcançar 30 m de altura (FERRAZ et al., 2002; ALEXANDRE, 2018).

Na Amazônia brasileira as árvores de andirobeira podem ser usadas em sistemas agroflorestais (CONDÉ et al., 2013), no enriquecimento de capoeiras e na recuperação de áreas úmidas degradadas (FERRAZ et al., 2002). Apresentam madeira de excelente qualidade, e utilizadas, praticamente, todas as partes da planta para fins medicinais (SHANLEY; LONDRES, 2011; BRITO et al., 2013; ROMA et al., 2015). A *Carapa guianensis* Aubl. é uma árvore que compõe a biodiversidade florísticas e biológica da Amazônia, pertence à família Meliaceae, ocorre em terra firme, mas é encontrada amplamente em regiões alagadas, estando concentrada em maiores proporções nos estados do Pará, Amapá, Amazonas e Roraima, em sociedade com árvores de virola/ucuúba (*Virola surinamensis* (Rol.) Warb.) (*Myristicaceae*), pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Wild.) O. Kuntze) (*Leguminosae-Mimosoideae*) entre outras (PRESCE, 2009).

O gerenciamento dos recursos florestais transformando-os em serviços e produtos como fonte de benefícios econômicos é uma forma de incentivar a persistência e conservação da biodiversidade refletindo efeitos sobre os diversos grupos sociais envolvidos, como proprietários rurais, povos da floresta, etnias indígenas, enfim, a sociedade em geral, mantendo de forma sustentável a fauna silvestre e a diversidade florística (KLIMAS et al., 2012; ABREU et al., 2014).

A cadeia produtiva do óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) é bastante conhecido por povos tradicionais como os indígenas e ribeiras, da qual o produto principal é o óleo (VIEIRA; GALVÃO; ROSA, 1996; SANTANA et al., 2004; 2008). Este por sua vez tem diversos empregos, os quais podem ser classificados como uso tradicionais, fitoterápicos e industriais. Dentre os usos que se faz do óleo de andiroba, podem ser citados: produção de repelentes para inseto, cosméticos para o rosto, anti-inflamatório (contra dores de garganta,

machucados e atrite) (GUERRA, 2008; FERREIRA et al., 2010; ABREU et al., 2014; CARVALHO, 2014).

O óleo extraído da semente é composto normalmente por triglicerídeos e composição especial em ácidos graxos. O óleo de andiroba tem características peculiares, que desperta o interesse de pesquisas em diversas aplicações de forma *in natura*. Algumas propriedades fitoterápicas têm sido bem documentadas ao longo dos anos de estudo, como a antialérgica (PENIDO et al., 2005), anti-inflamatória (COSTA-SILVA et al., 2008) e antiplasmódica (MIRANDA JÚNIOR et al., 2012), entre outras.

Justificativa

A determinação das propriedades físico-químicas do óleo como densidade, viscosidade e acidez bem como sua composição química é fundamental, tanto para definir qual o melhor uso a se fazer do óleo quanto sua qualidade. No entanto, esses procedimentos são caros. Porém, como a espécie *C. guianensis* é bastante estudada muitas das perguntas levantadas por agricultores familiares ou até mesmo grandes produtores podem ter sua resposta na literatura especializada, evitando custos com a extração e a análise do óleo.

Sabe-se também que a composição química do óleo é influenciada pelo tipo de solo, pelo regime climático, pela sazonalidade (RIBEIRO *et al.*, 1999). Consequentemente, as propriedades físico-químicas também serão influenciadas. Essa relação faz com que muitas vezes, o óleo extraído durante o dia seja líquido e durante a noite ou em dias chuvosos, cristalice.

Desta maneira, os seguintes questionamentos surgiram: “ Porque o óleo da andiroba apresenta esse aspecto? Essa cristalização afeta a qualidade do produto? Qual o processo necessário para que não ocorra essa cristalização? O que pode ser feito? Pode ser usado como fitoterápico ou não? A nutrição do solo contribui para a precipitação? Qual o período de coleta ideal? Grande parte destas respostas está ligada a composição química do óleo de andiroba e a cromatografia gasosa (CG) é a técnica mais utilizada para esse fim. Muitas das vezes, o elevado custo da análise inviabiliza a obtenção de dados de composição. Mas uma vez que a espécie *Carapa guianensis* é muito estudada, então grande parte das repostas pode ser obtida a partir da literatura especializada (FARIAS; FILHO, 2013; MARQUES et al., 2016; ALVES; SILVA, 2017; GARCIA; BRAGA. 2019).

Este trabalho de conclusão de curso surgiu com uma oportunidade de responder a essas perguntas a partir de dados contidos na literatura científica sobre a produção do óleo de

andiroba, tomando como ponto de partida os aspectos botânicos da planta perpassando pelo cultivo, coleta e finalmente, a extração do óleo propriamente dito.

Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a produção do óleo de andiroba considerando desde suas características botânicas, agronômicas e físico-químicas, e suas relações com a qualidade do óleo.

1.2.2 Objetivo Específico

- (i) Apresentar os aspectos botânicos e agronômicos da planta;
- (ii) Correlacionar a composição química com as propriedades físico-químicas do óleo;
- (iii) Identificar as principais aplicações do óleo da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl);
- (iv) Analisar o uso do óleo da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) na perspectiva do conhecimento tradicional;
- (v) Apresentar as principais pragas que atacam a planta, afetando deste modo, a cadeia produtiva;
- (vi) Descrever e comparar o processo de extração industrial com o processo de extração artesanal do óleo de Andiroba.

2 METODOLOGIA

Foram analisadas as informações disponíveis até o momento publicados em artigos, livros, teses, dissertações em revistas internacionais e nacionais, entre outros, nas bases de busca Google Acadêmico, Portal Periódicos Scielo, especialmente desenvolvido para responder as necessidades da comunidade científica, são mecanismos que proporciona uma solução eficiente que assegura a visibilidade ao acesso universal a literatura científica.

Os critérios adotados primeiro foram as seguintes palavras-chaves: 'andiroba', 'extração do óleo de andiroba', 'Carapa guianensis', 'óleo de andiroba', 'métodos de armazenamento das sementes de andiroba', 'processo de extração do óleo de andiroba', 'extração do óleo de andiroba', 'composição físico-química do óleo da andiroba', 'composição do óleo de andiroba', 'extração, comercialização e usos do óleo de andiroba', 'uso medicinal do óleo

de andiroba', 'predação de sementes de andiroba'. Em segundo, foram aceitos na base de dados todos as publicações relevantes sobre a espécie. Desta forma, definitivamente este trabalho inclui artigos, estudos e pesquisas onde abordava a espécie *C. guianensis* e revisão bibliográficas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Souza et al., (2006) afirmam que a andiroba é uma espécie de uso múltiplo já que produz dois produtos de grande importância na região norte do país, sendo a madeira e o óleo extraído de suas sementes. A madeira obtida desta planta é considerada de boa qualidade e resistente contra insetos, enquanto o óleo extraído de suas sementes é muito procurado para uso medicinal e cosmético, aumentando sua exploração extrativista (FERRAZ et al., 2002).

Da andiroba os usos mais comuns são sua madeira, muito valorizada na região Amazônia por seu alto valor e qualidade, e óleo extraído de suas sementes, reconhecido na região por suas propriedades fitoterápicas. Segundo Mendonça e Ferraz (2007) em comparação com a exploração madeireira, a coleta das sementes necessita pouco investimento e, além de não ser destrutiva, a produção do óleo pode assegurar um retorno econômico anual para o extrativista.

A andiroba também apresenta grande potencialidade como oleaginosa (óleo extraído das sementes), uma alternativa econômica viável para as comunidades que exploram esse produto. Porque de acordo com que afirmam Tonini et al. (2008) e Silva (2009), o óleo tem demanda internacional, sendo utilizado sobretudo pela indústria cosmética.

4 DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E ECOLOGIA

4.1 Nomes Populares

A andiroba é conhecida por diversos nomes, entre eles: Andiroba-saruba, iandirova, iandiroba, carapá, carapa, nandiroba, andirobinha, andiroba branca, Andiroba-do-igapó, carape, jandiroba, penaiba (Brasil), roba-mahogany, (Estados Unidos), karapa, British-guiana-mahogany (Guiana), bois-caille, carapeblanc, carape-rouge, Andiroba-carapa (Guiana Francesa), crabwood (Inglaterra), cedo-bateo (Panamá), Andiroba-aruba, Andiroba-samba, andirova, angiroba, carabinha, carapa tauloucana, penaiba, purga-de-santo-Inácio, carape, yani, tibiru, aboridan (Brasil), cedro Macho (Panamá) (COSTA, 1989; REVILLA, 2001; FERRAZ et al., 2002; LORENZI, 2002).

A espécie pertence à família Meliaceae e tem as seguintes sinónimas: *Carapa latifolia* Willd.; *Xylocarpus carapa* Spreng.; *Carapa macrocarpa* Ducke; *Carapa procera* (diferenciada da *C. guianensis* por PENNINGTON et al., 1981).

4.2 Distribuição Geográfica

A família Meliaceae possui cerca de 51 gêneros e aproximadamente 550 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e sub-tropicais da América, principalmente no norte da América do Sul, inclusive, na Bacia Amazônica, África e Ásia, estendendo-se pela Nova Zelândia e ao longo da costa oriental da Austrália (LOUREIRO et al. 1979; PENNINGTON et al., 1981; LEITE 1997; FERRAZ et al. 2002; GOUVÊA, 2005). No Brasil, são encontrados sete gêneros (*Cedrela*, *Cabralea*, *Swietenia*, *Carapa*, *Guarea*, *Trichilia* e *Khaya*) e aproximadamente 100 espécies dessa família (MUELLNER, 2003).

A *C. guianensis* Aublet é uma espécie nativa da Amazônia e não endêmica do Brasil. Ocorre amplamente na região norte, expressivamente nos estados do Acre, Amazonas, Amapá e Pará. Já no Nordeste, o estado do Maranhão possui a maior ocorrência, geralmente encontrada nas várzeas e áreas alagáveis ao longo dos igapós. Frequentemente ocorre associada com a ucuúba (*Virola guianensis*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*) (Cavalcante et al., 1986). Além do Brasil, ocorre ainda no sul da América Central, na Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Peru, nas ilhas do Caribe e no Paraguai (FERRAZ e CAMARGO, 2003). A Andiroba é bastante cultivada em terra firme, onde atinge menor porte (LIMA e AZEVEDO, 1996).

4.3 Habitat

A *C. guianensis* Aublet é considerada uma espécie clímax, adaptada às condições ambientais específica da região, e na qual a biomassa e a biodiversidade permanecem constante. Possui grande plasticidade fisiológica quando submetida ao estresse hídrico, (Gonçalves et al., 2009), fato pelo qual desenvolve-se em diferentes tipos de solos, exceto os extremamente secos.

Quanto ao clima, a andiroba ocorre em região com clima tropical úmido, com precipitações entre 1.800 mm e 3.500 mm anuais. As temperaturas podem variar de 17°C a 30°C e a umidade relativa, de 70% a 90%. A espécie desenvolve-se melhor em solos argilosos e barrentos (porém não encharcados) e com abundante matéria orgânica (REVILLA, 2001).

As plantas jovens dessa espécie toleram estresse hídrico durante 21 dias e após reidratadas, se recuperaram rapidamente, o que demonstra boa plasticidade fisiológica (Gonçalves et al., 2009). A dinâmica do ciclo das marés é extremamente importante para a dispersão de sementes dos indivíduos de *Carapa guianensis* que compõem as populações das áreas inundáveis (BOUFLEUER, 2004). Para Klimas (2006) a densidade populacional desta arbórea da Amazônia é maior em ambiente de Baixo do que em Florestas de Terra Firme. Geralmente a espécie ocorre em agrupamentos chamados reboleiras e, frequentemente, formando associações com árvores de seringueira, ucuúba, jaboati e pracaxi.

4.4 Germinação das Sementes

As sementes possuem viabilidade de germinação de 2 a 3 meses (Ferraz et al., 2002; Scarano et al., 2003). Conforme Ferraz e Sampaio (1996) e Sampaio (2000), as sementes quando acondicionadas em sacos de polietileno permanecem viáveis por um período de até 7 meses, desde que armazenadas em câmara úmida (temperatura de 140°C com poder de germinação de 80% de Umidade Relativa). O teor de água nas sementes recém-coletadas varia entre 42% e 55%; 1000 sementes pesam entre 20 e 33 kg e 1 kg pode conter de 30 a 50 sementes (FERRAZ, 2003).

A capacidade de germinação da espécie varia de 41% a 94% (CONNOR et al., 1998; SAMPAIO, 2000; GUARIGUATA et al., 2002; BOUFLEUER, 2004); o tempo de germinação varia de 6 a 10 dias após a sementeira e se completa dentro de 2 a 3 meses (BOUFLEUER, 2004). Segundo Ferraz (2003) a germinação inicia-se entre 6 e 26 dias após a sementeira, dependendo da espessura do tegumento. No entanto, pode ocorrer uma desuniformidade na germinação, fator esse, que pode advir devido à diferença de tamanho entre as sementes (SILVA et al. 2004).

Conforme Guariguata et al. (2002), a germinação de *Carapa guianensis* em sementes enterradas, a 3 e 5 cm de profundidade, e sementes na superfície do solo, não diferem, concluindo que a germinação independente deste fator. Esses autores obtiveram germinação de 71% a 88%, em 320 sementes. Ainda, conforme estes mesmos autores, houve diferença apenas na emergência, obtendo 41% e 54% de germinação para sementes enterradas e não-enterradas, respectivamente.

4.5 Plântulas (Planta Recém-Nascida)

O processo de germinação inicia-se com 14 dias após a sementeira por meio do rompimento do tegumento, próximo à micrópila, exibindo a radícula branca, cilíndrica, lisa e glabra (Figura 1). Segundo Floss (2004), este processo é o mais comum, com a radícula sendo o primeiro órgão a emergir do tegumento durante o processo de germinação.

Figura 1: Protrusão da radícula



Fonte: Autora (2022).

Ao mesmo tempo, ocorre a emergência da parte aérea, curvada, apresentando epicótilo de coloração violácea, herbáceo, cilíndrico, glabro e liso, localizado entre o pecíolo cotiledonar que apresenta coloração amarelada (Figura 2). O pecíolo cotiledonar também foi observado por Ferraz et al. (2002) para *Carapa guianensis* Aublet. (Andiroba) e *Carapa procera* (andiroba-branca). Para *Guarea guidonia* (carrapeta-verdadeira) (CARDOSO et al., 1994), essa estrutura também foi observada, porém, estes autores a definiram como nó cotiledonar, sendo uma estrutura em forma de anel localizado na base da raiz primária, semelhante ao que se descreve neste trabalho e no de Ferraz et al. (2002) como pecíolo cotiledonar.

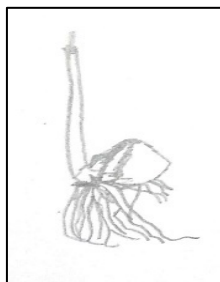
Figura 2: Emergência



Fonte: Autora (2022).

O desenvolvimento do hipocótilo é pequeno (Ferraz et al., 2002), enquanto, o epicótilo (Figura 3) é glabro, cilíndrico, sublenhoso, apresentando de duas a seis gemas axilares protegidas por catáfilos.

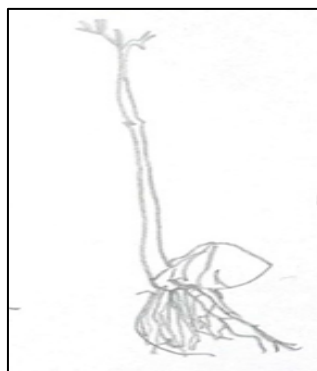
Figura 3: Desenvolvimento do epicótilo



Fonte: Autora (2022).

Os metáfilos são paripinados, de filotaxia alterna e pré-foliação conduplicada (Figura 4). Ao contrário, Ferraz et al. (2002) descrevem os metáfilos de *C. guianensis* Aublet. como paripinados ou imparipinados.

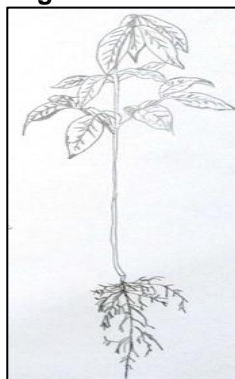
Figura 4: Emissão dos metáfilos



Fonte: Autora (2022).

Os metáfilos são peciolados, apresentando o pecíolo cilíndrico, canaliculado na face adaxial e com presença de pulvino na sua base. Os folíolos são opostos, com raque canaliculada na face adaxial, peciolulados, com os peciólulos curtos e canaliculados na face adaxial. Os folíolos são glabros, com margens inteiras e lisas e ápice e base acuminados (Figura 5) (PANTOJA, 2007).

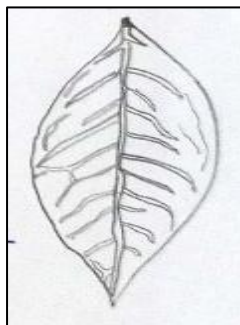
Figura 5: Plântula



Fonte: Autora (2022).

A face adaxial dos folíolos é mais escura que a abaxial. Ferraz et al. (2002) descreveram a coloração verde-oliva para a face adaxial e verde esbranquiçada para a face abaxial. A venação é reticulada broquidódroma, de coloração mais clara que o limbo, sendo as nervuras principal e secundárias mais evidentes, enquanto que as terciárias são pouco evidentes (Figura 6). Na face abaxial, as nervuras apresentam-se impressas, e, na adaxial, apresentam-se levemente imersas.

Figura 6: Detalhe de um folíolo



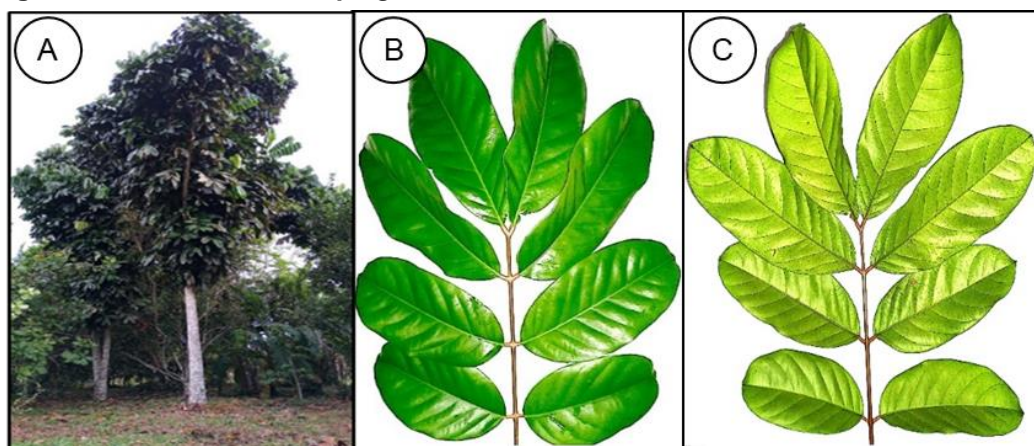
Fonte: Autora (2022).

A plântula apresenta epicótilo com 9-17cm de altura quando surgem as primeiras folhas, que são alternas, glabras, normalmente compostas, paripinados ou imparipinadas. O hipocótilo não se desenvolve e os cotilédones permanecem na semente. Neste estágio, a raiz primária é cumprida, lenhosa, resistente e de coloração marrom; as raízes secundárias são finas, densas e de cor castanho claro (RIBEIRO et al., 1999).

4.6 Árvore e Folha

A andirobeira é uma árvore perenifólia, de até 55 metros de altura (Ferraz, 2003a), com fuste cilíndrico e reto, normalmente, com altura variando de 20-30m, podendo atingir até 200cm de diâmetro, apresentando ou não sapopemas (Figura 7A). A casca é grossa e amarga, de cor avermelhada ou acinzentada e desprendendo-se facilmente em grandes placas. As folhas são compostas, alternadas e paripinadas, com vestígio de um folíolo terminal. Cada folha possui de 3 a 10 pares de folíolos opostos ou sub-opostos, com 10-50 cm de comprimento. O ápice dos folíolos varia entre acuminado, agudo e arredondado, enquanto a base é desigual e assimétrica (FERRAZ et al., 2003a) (Figura 76B e 7C).

Figura 7: A. Árvore de *Carapa guianensis*. B. Folha face adaxial. C. Folha face abaxial



Fonte: Autora (2022).

O tronco é reto e cilíndrico podendo alcançar de 50 a 170 cm de diâmetro e de 30 a 50 m de altura; a madeira tem densidade de $0,73 \text{ g cm}^{-3}$ e é inatacável por insetos, sendo utilizada na construção de mastros, banco de navios, construção civil, carpintaria, marcenaria, mobiliário, confecção de portas e caixotaria (LORENZI, 1992; PAULA; ALVES, 1997; FERRAZ, 2003; FOUNIER, 2003).

4.7 Inflorescência, Frutos e Sementes

As flores são brancas, pequenas, solitárias, axilares, subsséseis, glabras, levemente perfumadas, contendo 8 anteras, 1 ovário, 4 lóculos com até 6 óvulos, e estão inseridas em uma inflorescência paniculada localizada principalmente na extremidade dos ramos (BARROSO et al, 1999; VIEIRA, 1996) (Figura 8).

Figura 8: Flores da *C. guianensis*.



Fonte: Autora, 2022.

A inflorescência é sustentada por brácteas pontudas, axilares ou subterminais (Ferraz et al., 2002; Founier, 2003) (Figura 98), e a polinização é feita por insetos de pouca mobilidade, como microlepdópteros e meliponinas (mariposas menores, abelha e ácaros) (MAUÉS, 2006; RAPOSO, 2007).

Figura 9: Inflorescência



Fonte: Autora (2022).

O florescimento ocorre nos meses de agosto a outubro e os frutos podem ser encontrados ao longo de todo o ano na Amazônia Brasileira, sendo que os períodos de maior produtividade são entre os meses de março a junho no Amapá, coincidindo com a época de maior precipitação no Estado (FREITAS, 1999). No entanto, os padrões de florescimento e frutificação podem ser variáveis conforme as demais regiões da Amazônia (SAMPAIO, 2000; FERRAZ, 2003; KAGEYAMA et al., 2004; RAPOSO, 2007).

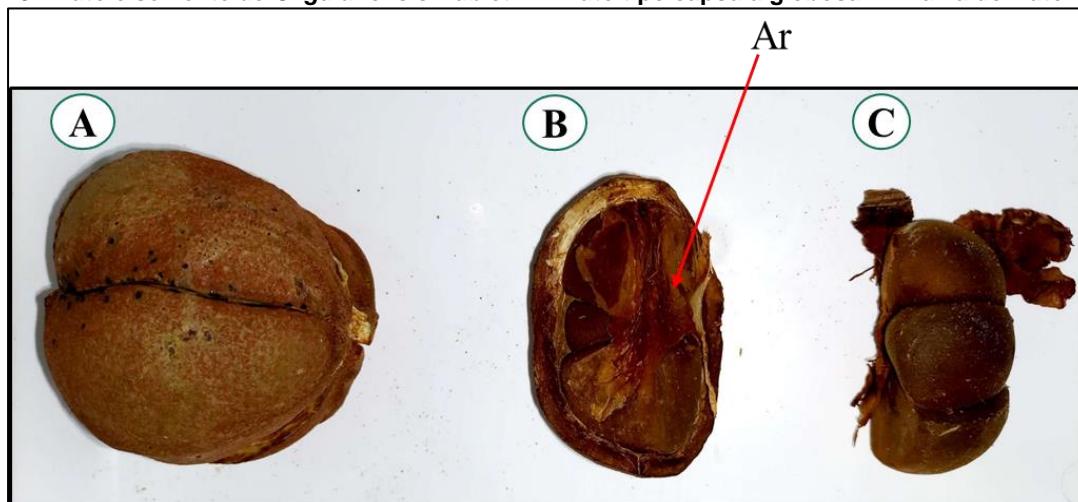
O período reprodutivo da espécie é diferente em cada estado da Amazônia. Shanley et al. (1998) registraram que a andirobeira floresce entre os meses de agosto a outubro e frutifica de janeiro a abril. No Pará a floração também ocorre durante a estação chuvosa (CONAB, 2013). Nas condições de Manaus/AM as fenofases dividem-se em três períodos: 1) floração de dezembro a março; 2) frutificação de março a maio; e 3) queda das sementes de abril a julho.

Contudo, a fenologia de *Carapa guianensis* é muito variável, podendo ocorrer frutificação ao longo de todo ano, conforme sua distribuição geográfica e habitat. No entanto, pode apresentar sazonalidade de produção, com alta produção de frutos em um ano e baixa no outro (FERRAZ et al., 2002). Estudos de fenologia realizados por Medeiros et al. (2014) no município de Belém/PA, registraram floração durante todo o ano e frutificação em sete meses do ano. O maior número de dias com floração e frutificação das plantas ocorreu nos meses de agosto e novembro, com 20 e 12 dias, respectivamente. A espécie é polinizada por insetos de pouca mobilidade, caso de microlepdópteros e meliponinas (MAUÉS, 2006; RAPOSO, 2007).

A frutificação começa após 10 anos de plantio e uma árvore é capaz de produzir de 50 a 200 kg ano⁻¹ de sementes (RIZZINI; MORS, 1976; SHANLEY et al., 1998). SCHIMIDT e VOLPATO (1972) observaram em Manaus a frutificação desta espécie após seis anos.

O fruto de *C. guianensis* Aublet. é uma cápsula septífraga, seca, deiscente, plurilocular, polispérmica, subglobosa a globosa e castanha, com placentação axilar e com arilóide amarelo fibroso recobrindo as sementes (Figura 10A). De forma semelhante, BARROSO et al. (1999) descreveram os frutos de andiroba como cápsula septífraga e subglobosas. Enquanto que, para LORENZI (1992), RIBEIRO et al. (1999), BOUFLEUER (2004) e PENNIGTON (2006), os mesmos são globosos. De acordo com FERRAZ et al. (2002) e RAPOSO (2007), os frutos de andiroba apresentam de 4 a 16 sementes. O fruto é uma cápsula com quatro valvas, de forma globosa ou subglobosa, medindo, geralmente, entre 5-11cm de diâmetro e pesando entre 90-540g (Figura 10B). Cada fruto pode conter entre 1-16 sementes, de cor marrom, com grande variação de forma e tamanho (Pio Corrêa, 1931; PINTO, 1963; Carruyo, 1972; Mchargue e Hartshorn, 1983; Lorenzi, 1992; SEBRAE-AC, 1998; Ribeiro et al, 1999; Barroso et al.,1999; Sampaio, 2000; Ferraz et al.,2003) (Figura 10C).

Figura 10: Fruto e semente de *C. guianensis* Aublet. A. Fruto tipo cápsula globosa. B. Valva do fruto. C. Semente



Fonte: Autora, 2022.

No interior das sementes, existe a amêndoa de coloração branco-amarelada (Figura 11), da qual é extraído seu óleo, usado largamente pela população devido a suas propriedades terapêuticas, como antiinflamatório, cicatrizante e repelente de insetos (BOUFLEUER et al., 2003; OLIVEIRA, 2008; NAYAK et al., 2011). Suas sementes contêm, aproximadamente, 24 - 25% de casca e 74 - 75% de amêndoa (PINTO, 1963; apud CLAY; SAMPAIO; CLEMENT, 2000; PEREIRA, 2011) (Tabela 1).

Figura 11: Amêndoa da semente de *C. guianensis* Aublet.



Fonte: Autora, 2022.

Tabela 1: Características das diferentes partes da semente de Andiroba

Parte das Sementes	do peso seco total das sementes	% de óleo (p/p)
Testa (casca)	24 -25	4
Amêndoa (cotilédones)	74 -75	56

Fonte: PINTO, 1963; apud CLAY; SAMPAIO; CLEMENT, 2000; PEREIRA, 2011.

5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO

Os processos de extração de óleos vegetais são classificados como operações unitárias que visam à separação de determinados compostos, a partir de processos químicos, físicos ou mecânicos. As características dos óleos vegetais podem ser alteradas em virtude do método extração selecionado e das condições as quais ele é submetido, tais como altas temperaturas, secagem das sementes, irradiação, alta concentração de oxigênio (RIBEIRO et al., 2012).

As características de um óleo podem mudar conforme o método empregado, visto que as suas propriedades físico-químicas poderão ser alteradas dependendo das condições ao qual é submetido quando determinada técnica é utilizada (SILVA, 2006). Dentre as técnicas usadas na extração do óleo de andiroba, destacam-se as seguintes: extração artesanal, extração mecânica ou prensagem e extração por solvente.

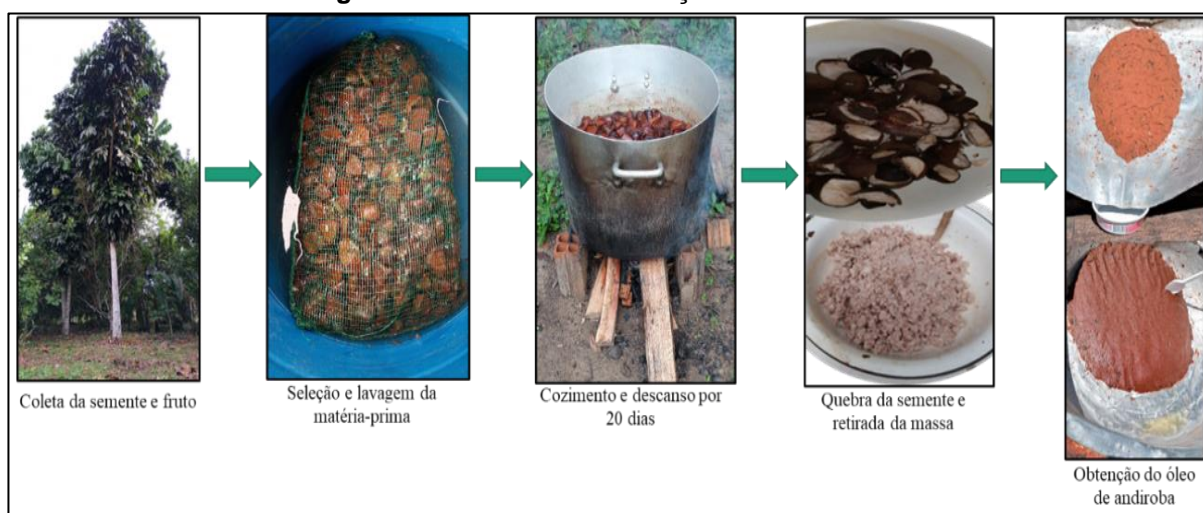
5.1 Extração Artesanal

O processo tradicional mostrou-se como sendo a forma de extração de menor rendimento em relação às outras, devido muitas vezes às formas de armazenagem antes e após o cozimento, acarretando no baixo escoamento do óleo extraível, aumento do processo de oxidação e conseqüentemente a alteração da qualidade do óleo (MENDONÇA; FERRAZ, 2007; MENEZES, 2005). Alguns autores questionam sobre a presença de determinados

componentes ativos no óleo extraído na forma artesanal, influenciado possivelmente pelo período de fermentação em relação aos óleos industriais (MENEZES, 2005; SHANLEY; MEDINA, 2005; SHANLEY, 2008). Outro fator importante que também altera nesse rendimento, independente da forma de extração, é se as sementes são provenientes de várzea ou terra-firme. Relatos feitos por Gomes (2010) mostram que as sementes que foram coletadas nas várzeas apresentaram um valor médio de extração de 46%, superior ao de terra-firme, que apresentou um valor de 41,6%.

O método tradicional já vem sendo praticado a bastante tempo por comunidades rurais do município de Itacoatiara, inclusive, pela autora desta revisão. Este método possui cinco etapas: coleta de sementes, seleção e lavagem, cozimento e descanso, quebra da semente e retirada da massa e extração do óleo, conforme mostra a Figura 12.

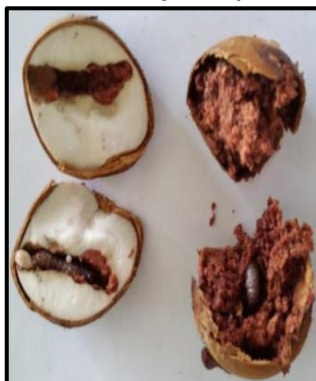
Figura 12: Processo de extração de óleo de andiroba



Fonte: Autora, (2022).

De acordo com Mellinger (2006), Tonini et al (2009) e Mendonça (2015), a seleção das sementes, primeira fase do processo, começa com a coleta no período de frutificação. As sementes boas são separadas das danificadas, brocadas, furadas, ruídas por mamíferos ou insetos e as de cor muito escura. Após isso, são imersas em água por cerca de 24 horas, para classificação das amostras em puras/integras e impuras/contaminadas com *Hypsipyla ferrealis* Hampson (Lepidoptera, pyralidae) (broca-das-sementes) praga de ocorrência em Roraima (QUERINO et al., 2008) (Figura 13).

Figura 12: *Hypsipyla ferrealis* Hampson (Broca-das-sementes).



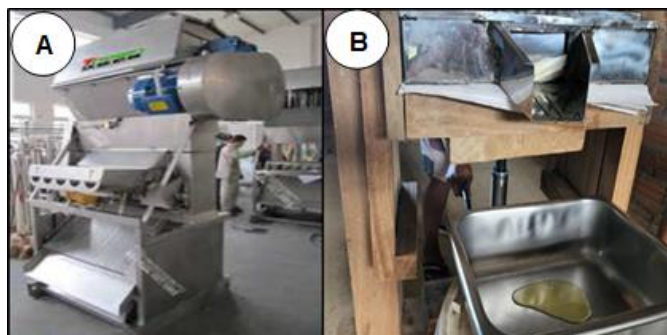
Fonte: Autora, (2023).

5.2 Extração Mecânica ou Prensagem

Na extração mecânica ou prensagem há uma boa relação custo-benefício, uma vez que não requer nenhum tipo de composto químico, além de não gerar nenhum resíduo tóxico ao meio ambiente. No entanto, este método apresenta baixo rendimento em relação a extração por solvente, quanto menos óleos tiver a matéria-prima menor será o rendimento de extração por prensagem, mas por outro lado o óleo obtido permite a utilização direta sem refino. Sendo recomendado para sementes oleaginosas, tal como a andiroba, amendoim (*Arachis hypogaea* L.), oliva (*Olea europaea*), babaçu (*Orbignya phalerata*), castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), girassol (*Helianthus annuus*), entre outras (BOAS et al., 2012).

Dois tipos de prensa podem ser utilizados na extração de óleos vegetais, as prensas hidráulica e de rosca (mecânica) (Figura 14A e 14B). A eficiência destas, quando de baixa capacidade, podem ser aumentadas a partir da otimização das principais variáveis envolvidas no processo, como a pressão aplicada sobre a massa das amêndoas, prévio preparo da matéria-prima, temperatura de prensagem e teor de umidade das sementes (MENDONÇA et al., 2020)

Figura 14: A: Método de destilação por prensagem (Shiedeck, 2011, p. 37); B: A prensa funciona com um macaco hidráulico de 16 toneladas. Foto: Paulo Cardoso/Embrapa.



Pesquisas realizadas por Ferreira et al., (2011), indicam que o método de extração por prensagem a frio produziu óleo de andiroba com elevado teor de compostos fenólicos e alta capacidade antioxidante, comparado ao método de extração por solvente, justificado pela baixa temperatura de extração. Já Mendonça e colaboradores (2020), desenvolveram uma pesquisa acerca dos rendimentos do óleo de andiroba extraído por prensa hidráulica a frio, controlando-se a umidade e temperatura de secagem das amêndoas. Neste trabalho verificou-se que o rendimento de extração do óleo foi melhor quando as sementes foram secas a 40 °C e com umidade de 10%. No entanto, estudos acerca dos diversos processos de extração do óleo de andiroba ainda são incipientes, havendo a necessidade de mais pesquisas e incentivos para padronização dos mesmos.

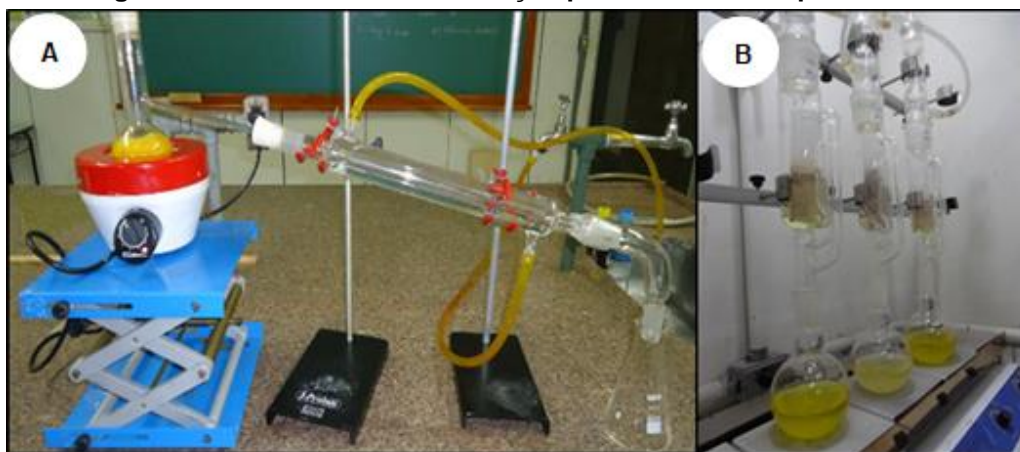
A metodologia usando a prensa é uma alternativa bastante empregada nas indústrias alimentícias, fato este observado nos levantamentos bibliográficos para essa espécie vegetal (Ordóñez et al., 2005). Além do mais, esse processamento é conduzido sem uso de produtos químicos, tendo como resultado o aproveitamento da torta residual como adubo ou ração animal (Pinto et al., 2010). Há relatos também feitos por Savoire (2013) de que o rendimento por essa técnica é afetado em grande parte por parâmetros mecânicos da prensa, com o eixo, gaiola e ainda o preparo prévio da matéria-prima a ser processada como, por exemplo, a secagem combinada ao manejo das amêndoas (WIESENBORNET al., 2001; SAVOIRE; LANOISELLÉ; VOROBIEV, 2013). Esses últimos são verificados em usinas no Amazonas e Rondônia, onde cooperados declaram que sementes úmidas travam a prensa, e sementes aquecidas possibilitam maior extração do óleo, o que justifica o aquecimento prévio antes da extração (MENDOÇA, 2015).

A prensagem mecânica é indicada para materiais oleaginosos com mais que 25% de teor de óleo (Parente, 2006), materiais com teores de óleo menores é indicado extração química por solvente. O método de extração pode provocar alterações nas propriedades físico-químicas dos óleos (Reda e Carneiro, 2007), alterações essas que podem tornar o óleo impróprio para o consumo humano, de acordo com os padrões de identidade e qualidade dos óleos (BRASIL, 2005). Altas temperaturas, longo tempo de exposição a tratamentos térmicos, irradiações e alta concentração de oxigênio, levam a oxidação lipídica e afetam as propriedades físico-químicas dos óleos (RAMESH et al., 1995).

5.3 Extração por Solvente

Determinados tipos de óleos são muito instáveis e não suportam o aumento de temperatura. Por isto, é usada a extração por solvente (Figura 15) para se conseguir o óleo essencial destas plantas mais delicadas. Neste processo um solvente químico (hexano, acetona, éter, diclorometano) é usado para extrair os compostos aromáticos da planta (VIESSENCE, 2011).

Figura 15: A: Processo de Destilação por arraste e B: Aparelho Soxhlet



Fonte: Fernandes, 2012

A extração por solvente é uma operação de transferência de massa utilizada na indústria para retirar o óleo de sementes oleaginosas. Após terem seu tamanho reduzido, as sementes são colocadas em contato com o solvente, de modo que ocorra a transferência do óleo da fase sólida para a fase líquida (PERRY; CHILTON, 1986; GEANKOPLIS, 2003).

A otimização do processo de extração por solvente depende do teor de água e pré-tratamentos das sementes oleaginosas combinado a escolha do solvente com objetivo de aumentar a quantidade de óleo extraível (AQUINO et al., 2009).

A redução do tamanho das partículas e laminação está relacionada com a ruptura das células e a consequente exposição ao óleo (AQUINO et al., 2009). Na secagem ocorre a ruptura das paredes celulares com a perda de umidade e a consequente liberação do soluto para a ação direta do solvente que deve, primeiramente, entrar nos poros para que o soluto seja dissolvido, antes que ocorra a difusão (AKINOSO ET AL., 2008; O'BRIEN, 2004). Além disso, a secagem previne a contaminação microbiana das sementes e, consequente, perda da qualidade do extrato (MADHAVAN et al., 2003).

6 PRAGAS E DOENÇAS

A taxa de predação nas sementes é alta, tanto no Brasil (FAO, 1971) como em outras regiões (MCHARGUE; HARTSHORN, 1983). Insetos como a broca *Hypsipyla ferrealis* (Broca do broto terminal ou do ponteiro) (Lepidoptera, Pyralidae) predam parte ou todas as sementes de um fruto, fazendo galerias no interior das mesmas (FERRAZ et al., 2002; FERRAZ, 2003; JORDÃO; SILVA, 2006).

A dispersão primária das sementes é barocórica e a secundária é zoocórica realizada principalmente por caitetu (*Tayassu tajacu*), queixadas (*Tayassu pecari*), cotias (*Dasyprocta leporina*) e pacas (*Agouti paca*) (McHARGUE; HARTSHORN, 1983). Já em anos de alta produção, os animais se concentram nas sementes das espécies de sua preferência; e só depois do término destas é que eles começam a procurar as sementes disponíveis (período de escassez) que se encontram acumuladas (JANSEN; FORGET 2001, PLOWDEN 2004).

Os insetos não deixam de ter a sua importância como predadores naturais. No caso de *Carapa guianensis*, o gênero mais conhecido é *Hypsipyla*, onde os insetos imaturos de uma mariposa atacam brotos e frutos, restringindo o estabelecimento e cultivo de muitas espécies da família Meliaceae (MO et al. 1997, VARGAS et al. 2001, FERRAZ et al. 2003, TAVERAS et al. 2004). Duas espécies atacam *Carapa guianensis*, e a mais conhecida é *Hypsipyla ferrealis* Hampson que ataca o fruto. Esses insetos constroem galerias dentro do fruto, danificando a maioria das sementes (FERRAZ et al. 2003). Enquanto *Hypsipyla grandella* Zeller pode atacar tantos ramos (gemas terminais) quanto frutos e o ataque pode ser notado pela exsudação de goma e serragem nos brotos (GALLO et al., 2002).

As mudas são muito susceptíveis ao ataque pela *Hypsipyla ferrealis* (broca-das-sementes) e *Hypsipyla grandella* (Broca-dos-ponteiros) (Figura 16), esta última ataca além da *C. guianensis* praticamente todas as espécies da família Meliaceae, principalmente quando plantadas a pleno sol (SAMPAIO, 2000; JORDÃO; SILVA, 2006). O meristema apical dos ramos também é atacado por estas brocas e a planta cresce apenas pelas gemas laterais, comprometendo o valor comercial de sua madeira (CARRUYO, 1972; JORDÃO; SILVA, 2006) (Figura 17 A e 17 B).

Figura 16: (A) Lagarta de último instar. (B) Adulto.



Fonte: Embrapa.

Figura 17: Danos causados pela broca-da-andiroba (*Hypsipyla* spp.) em sementes de andiroba



Fonte: Autora, (2023).

7 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO

As amêndoas contêm proteínas, glicídios, lipídios, fibras, minerais, e ácidos graxos do óleo. Revilla (2000 e 2001), Sampaio (2000) e Pinto (2007) relataram a seguinte composição no óleo: umidade 40,2%, proteína 6,2%, gordura 33,9%, fibra bruta 12,0%, cinzas 1,8% e carboidratos 6,1%., conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Composição química do óleo *Carapa guianensis*.

Composição	Valores (%)	Referências
Umidade	40,2 – 42	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001); AOAC (2006); PINTO (2007).
Proteína	6,2	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001); AOAC (2006); PINTO (2007).
Gordura	33,9	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001) e PINTO (2007)
Fibras brutas	12,0 – 13,8	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001); AOAC (2006) e PINTO (2007)
Cinzas	1,8 – 2,2	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001) e PINTO (2007)
Carboidratos	6,1	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001) e PINTO (2007)
Minerais	1,2 – 3	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001) e PINTO (2007)
Lipídio	6,2 – 8,0	PAIO (2000); REVILLA (2000 e 2001) e PINTO (2007)

É um óleo cuja temperatura de fusão varia muito em função da época da coleta das sementes e da temperatura de extração, é sempre líquida na temperatura ambiente nos climas tropicais. Com coloração de amarelo a marrom, o óleo apresenta odor bem característico, sabor amargo, contendo uma combinação única e uma grande quantidade de ácidos graxos (CARVALHO, 2004; FARIAS; FILHO, 2012; NASCIMENTO FILHO et al., 2019) (Tabela 3).

Características	Artesanal	Extração por Solvente
Índice de acidez	51.21	1.17
Ácido Oleico	25.76	0.59
Índice de saponificação	142.64	148.36
Índice de Iodo	61.63	56.75
Índice de Péroxido meq/Kg	2	0
Índice de refração (Zeiss 40°C)	1.4590	1.4600
Densidade, 25°C	0.9169	n.r

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos de andiroba artesanal e extração por solvente

De acordo com Monteiro (2017), o óleo de andiroba solidifica em temperaturas abaixo de 25° C, tornando-se uma gordura esbranquiçada. Para Brasil et al. (2011) as qualidades dos óleos vegetais dependem de vários fatores, como tipo de processamento, forma de armazenagem, exposição à luz e ao oxigênio do ar, calor e umidade. Todos provocam reações de degradação das propriedades do óleo de andiroba, limitando a sua conservação (SIMÕES et al., 2004) (Tabela 4).

Tabela 4: Composição em ácidos graxos do óleo de polpa da *C. guianensis*

Ácidos Graxos	Porcentagem (%)	Autores
Oleico	48 - 59	O (1956); PEREIRA et al. (1997); MMA (1998); RADE et al. (2001); ORELANNA et al. (2004); SILVA (2005); SCRIMGEOUR (2005); GARCIA (2005); CASTRO et al. (2006); GONZALES et al. (2008); OLIVEIRA (2008); SINGH; SINGH (2010).
Palmítico	21 - 32	O (1956); PEREIRA et al. (1997); MMA (1998); RADE et al. (2001); ORELANNA et al. (2004); SILVA (2005); SCRIMGEOUR (2005); PINTO (2007); GONZALES et al. (2008); SINGH; SINGH (2010).
Mirístico	7,1 – 18,1	O (1956); MMA (1998); CARVALHO (2004); ORELANNA (2004); SILVA (2005); CASTRO et al. (2006); PINTO (2007); SINGH; SINGH (2010).

Linoleico	4,9 - 16	O (1956); MMA (1998); ANDRADE et al. (2001); VALHO (2004); ORELANNA et al. (2004); SILVA (2005); MGEOUR (2005); CASTRO et al. (2006); GARCIA (2006); Pinto (2007); GONZALES et al. (2008); OLIVEIRA (2008); SINGH; SINGH (2010).
Linolênico	9 - 16	VALHO (2004); SILVA (2005); SCRIMGEOUR (2005); O (2007) SINGH; SINGH (2010).
Esteárico	6 - 13	EIRA et al. (1997), ANDRADE et al (2001), CARVALHO (2006); SILVA (2005); SCRIMGEOUR (2005), CASTRO et al., (2006); PINTO (2007); GONZALES et al. (2008), SINGH; SINGH (2010).
Arquídico	1,2	EIRA et al. (1997), ORELANNA et al., 2004, CASTRO et al. (2006).
Palmitoleico	0,4 – 1,5	GONZALES et al. (2008)
Insaturado	55 - 62	TA et al. (1995); SILVA (2005); GARCIA (2006); EIRA (2008).
Saturado	40 - 47	TA et al. (1995); SILVA (2005); GARCIA (2006); EIRA (2008); SILVA (2018)

Fonte: SIMÕES, et al., 2004., BRASIL et al., 2011.

O óleo da andiroba é uma fonte rica de ácidos graxos essenciais inclusive oleico, palmítico, mirístico e linoleico além de conter componentes não graxos como triterpenos, taninos e alcaloides isolados, como a andirobina e carapina. A amargura do óleo de andiroba é atribuída a um grupo de terpenos chamados de meliacinas. Recentemente, uma destas meliacinas, chamada gedunina, foi documentada com propriedades antiparasíticas e antimalariais com efeito semelhante a quinina. Análises químicas do óleo de andiroba identificaram que as propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes e insetífugas são atribuídas à presença de limonoides, nomeado de andirobina (AMAZON OIL INDUSTRY, 2013; MORAIS et al., 2009; IHA et al., 2014).

O óleo de andiroba é rico em substâncias insaponificáveis, como os tetranortriterpenoides e diversos glicerídeos, sendo característico da espécie a presença de ácidos graxos, como os ácidos esteárico, palmítico, oléico, mirístico, linoléico e linolênico (SINGH; SINGH, 2010). A detecção de adulterações se dá mediante as fiscalizações de diversos órgãos, como os internacionais (Food and Drug Administration – FDA, Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, World Health Organization – WHO) e nacionais (Ministério da Saúde e Agência Nacional de vigilância Sanitária – ANVISA).

Nesse aspecto, as RDC nº 270/2005 e nº 482/1999 juntamente com a FAO recomendam, na avaliação de qualidade do óleo, a utilização de métodos como a Cromatografia Gasosa com detector de Ionização em Chama (CG-FID) para a quantificação de ácidos graxos de óleos vegetais (BRASIL, 2005). A Farmacopeia Brasileira (2010) cita a Cromatografia Gasosa para identificação de óleos fixos.

Os óleos fixos são elementos energéticos e estão associados a proteínas e carboidratos, denominados genericamente de lipídios. Óleo Essencial é todo grupo de princípio ativo natural, de poder volátil e fragrância variável, proveniente de folhas, flores, caule, talos, haste, pecíolo, casca, raízes ou outros elementos produzidos por praticamente todas as plantas (AMARAL, 2016; CORAZZA, 2010; FERRAZ, 2019).

É possível avaliar se uma amostra de óleo está adulterada por meio de análises físico-químicas como composição de ácidos graxos, índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, índice de matéria insaponificável, índice de refração, entre outros (Tabela 5).

Tabela 5: Análises físico-químicos do óleo adulterado.

Gravidade específica 25°C	0.900 – 0,950
Índice de saponificação	165 à 210
Índice de lodo	58 à 76
Índice de refração (Zeiss 40°C)	1.460 – 1.470
Ponto de fusão, Inicial (°C)	22
Ponto de fusão, Final (°C)	28
Matéria Insaponificável (%)	0.6 – 2.6
Ponto de solidificação °C	19 até 5

Fonte: MMA, 1998; FAO, 2007; SILVA et al. 2022.

O óleo adulterante que mais se enquadra com esses valores observados é o de soja, haja vista que é um óleo comercialmente mais barato, acessível e por possuir facilidade de se misturar com o óleo de andiroba. Esta atividade de adulteração usando o óleo de soja também é observado em trabalhos realizados por Hirashima (2013) e Aued-Pimentel (2013) para diferentes óleos vegetais, incluindo o óleo de andiroba.

8 USO E COMERCIALIZAÇÃO

A andiroba é uma espécie florestal de uso múltiplo, da qual se aproveita o óleo, como medicinal, e sua madeira, que é valiosa na fabricação de móveis, na construção civil, em laminas e compensado (Shanley et al., 1998).

O óleo da andiroba tem demanda internacional e é utilizado para a iluminação (lâmparas), na confecção de sabão e velas, na indústria de cosméticos e na medicina popular, apresentando funções cicatrizantes, anti-inflamatórias, anti-helmínticas e inseticida. O chá da casca e das folhas é utilizado como remédio para combater infecções e no tratamento de doenças da pele (GONÇALVES, 2001, FERRAZ et al., 2002, FERRAZ 2003, SHANLEY, 2005, PANTOJA, 2007 e QUEIROZ, 2007).

Segundo Guedes et al. (2008), o interesse da indústria de cosméticos pelo óleo da andiroba tem sido crescente, um dos grandes exemplos de produtos comerciais a base de andiroba é a linha de Ekos Andiroba da Natura, com hidratantes, óleos de banho e essências derivadas desta espécie amazônica. A vela de bagaço, utilizada como repelentes de insetos, é outro exemplo de produto bastante comercializado em supermercados e comércio regionais, assim como o sabão e o xampu (Figura 18).

Figura 18: Kits Natura Ekos Andiroba e vela de bagaço.



A andiroba também é um importante recurso medicinal das comunidades tradicionais da Amazônia (SILVA et al., 2003; LAMEIRA; PINTO, 2009; BERG, 2010), tendo ainda ação acaricida (FARIAS et al., 2009) e no controle de pragas (Acaro vermelho, Mosca-das-fruta e insetos) (SARRIA; MATOS, 2016). O óleo também tem uso ritualístico, a exemplo dos índios da etnia Munduruku que o usavam, tradicionalmente, para a mumificação de cabeças humanas, tomadas como troféus de guerra (SANTOS et al., 2007).

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura examinada, o óleo de andiroba (*Carapa guianensis*), apresenta enorme potencial de comercialização pelas feiras livres, comunidades locais, atravessadores, pelas indústrias regionais, nacionais e até mesmo internacionais nos ramos de alimentos, energias, cosméticos, farmacêuticos, em função das suas propriedades medicinais ou fitoterápicas, com elevado poder fitoterápicas.

O estudo proporcionou o conhecimento do manejo, além disso, a espécie da andiroba apresenta uma estratégia especial para resistir a secas, terras desagradadas, analisando a estrutura anatômica e as características. É uma espécie que se adapta à seca, tornando a espécie *Carapa guianensis* com ótimo potencial para o reflorestamento de áreas desmatadas, recuperando assim florestas que foram destruídas pelo desmatamento ilegal. Além disso, para a restauração.

A composição química do óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) é majoritariamente constituída pelos seguintes ácidos graxos: os ácidos oleico, palmítico, esteárico, linoleico, linolênico e mirístico, totalizando 95,79 % da composição e concentração do óleo, mas variando enormemente a fração de cada ácido. Consequentemente, as propriedades físico-químicas como a temperatura de fusão, densidade, viscosidade e calor de vaporização variam consideravelmente, explicando o fato de amostras do óleo cristalizarem em dias frios.

A predação de sementes de andiroba por insetos acontece pela broca-das-sementes (*Hypsipyla ferrealis*) e broca-dos-brotos (*Hypsipyla grandella*) (Lepidoptera, Pyralidae). São danificados por larvas que perfuram principalmente os brotos terminais, também atacam as sementes e se alimentam do endosperma. A predação acaba reduzindo o processo de germinação, reduzindo assim a quantidade de sementes disponíveis à regeneração e afetam também o potencial de produção de óleo extraído das sementes de andiroba, o que acaba atrapalhando a atividade econômica da comunidade locais.

Na extração do óleo de andiroba são empregados três métodos, sendo eles: a extração artesanal, extração mecânica (prensagem) e extração por solvente. No entanto, observa-se que a extração por solvente é utilizada em caráter experimental, embora proporcionam um bom rendimento de extração, alguns são caros e difícil manipulação em escala industrial, o método mecânico (prensagem) apresentando como desvantagem o baixo rendimento para as sementes oleaginosas, pois o óleo fica retido na torta. E o método de

extração artesanal por ser complexo e demorado acaba apresentando baixo rendimento, por outro lado, proporciona grande variação na qualidade do óleo extraído, devido a variação de acidez.

Em suma, esta revisão permitiu conhecer mais sobre os aspectos botânicos, agronômicos, de produção do óleo da espécie *Carapa guianensis*, na tentativa de obter respostas que possam ser aplicadas no cotidiano da vida dos agricultores regionais, fornecendo a estas ideias de melhoramentos na produção de óleo.

REFERÊNCIAS

- <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/406557/1/Andiroba-Carapa.pdf>> Acessado em 11 de maio de 2022 as 10h24min.
- Barbosa, R. C. **Estudo do potencial da produção de óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na floresta nacional do Amapá: Aspectos ecológico, econômico e social.** -- Macapá, 2015. <https://www2.unifap.br/cambientais/files/2017/03/TCC-RANIELLY-BARBOSA-2011.pdf>. Acessado em 11 de maio de 2022 as 10h24min.
- Brito, A. D. et al. **Saberes e práticas tradicionais da extração do óleo de *carapa guianensis* Aubl. (andiroba) em área de várzea do município de Igarapé-Miri, PA.** 2020. <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23165/14287>. Acessado em 26 de agosto de 2022 as 17h00min.
- Oliveira, I. D. S.D. S. **Análise do uso da andiroba *Carapa guianensis* Aubl na perspectiva do conhecimento tradicional e científica, da proteção intelectual e da atividade anti- *Leishmania* do óleo e frações.** 2018. 123 f. <https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/3716/2/IARA%20DOS%20SANTOS%20DA%20SILVA%20OLIVEIRA.pdf>. Acessado em 26 de agosto de 2022 as 17:00
- PINTO, E. R. *et al.* **Boas práticas para produção de óleo de andiroba.** Tefé: IDSM, 2019. 32 p. Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/documentos/098c65b4178ed3236d4f2f88fdc046e4.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2022 as 09:00
- <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1144718/1/Plantas-para-o-Futuro-Norte-1175-1184.pdf>. Acessado em 27 de agosto de 2022 as 15:00
- <http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/4/4-904-5460.htm>><http://www.abq.org.br/cbq/2018/trabalhos/3/1917-23566.html#:~:text=O%20%C3%B3leo%20de%20andiroba%20possui,f%C3%ADsico%2Dqu%C3%ADmicas%20dos%20%C3%B3leos%20vegetais>. Acessado em 29 de agosto de 2022 as 17:00
- MENDONÇA, A. P., FERRAZ, I. D. K. **Óleo de andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil.** 2007; VOL 37 (3): 353 – 364.
- ALVES, D. T. V. **Produção de emulsão a partir do óleo extraído das sementes da *Carapa guianensis* abul. (andiroba): análise do perfil de ácido graxo e estudo da estabilidade físico-química.** Projeto de investigação científica do Curso de Farmácia – Centro Universitário Fibra, Belém, 2017.
- NASCIMENTO, G. de O. **Caracterização molecular, morfofuncional e biotecnológica de espécies do gênero *Carapa*.** --- Manaus, 2007.
- SIVIERO, et al. **Etnobotânica e botânica econômica do Acre** [e book]. – Rio Branco, AC. 2016: Edufac, 2016. 410 p. : il. color. ISBN: 978-85-8236-027-9.
- CAVALCANTES, 2016. **Estudo Viscosimétrico de Polióis a Base do Óleo de Andiroba (*Carapa guianensis* Aublet).** *Rev. Virtual Quim.*, 8 (3), 926-944.
- PANTOJA, T. de F. **Descrição morfológica e análise da variabilidade genética para caracteres de frutos, sementes e processo germinativo associado à produtividade de óleo em matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., uma meliaceae da Amazônia** [Dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2007.

SANTOS, A. J. dos; GUERRA, F. G. O. de Q. **Aspectos econômicos da cadeia produtiva dos óleos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e copaíba (*Copaifera multifuga* Hayne) na Floresta Nacional de Tapajós – Pará.** Floresta, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 2010.

FREITAS, J. da L., SANTOS, A. C. dos, LIMA E SILVA, R. B., RABELO, F. G., SANTOS, E. S., SILVA, T. de L. **Fenologia reprodutiva da espécie *Carapa guianensis* Aubl. (Andirobeira) em ecossistemas de terra firme e várzea, Amapá, Brasil.** Macapá, 2013, v. 3, n. 1, p. 31-38.

AMOÊDO, S. C. **Avaliação da viabilidade das sementes e amplitude térmica de germinação de duas espécies arbóreas amazônicas (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa surinamensis* Miq. – Meliaceae) / Semirion Campos Amôêdo.** --- Manaus: [s.n.], 2015.

PEREIRA, M. R. N., TONINI, H. **Fenologia da Andiroba (*Carapa Guianensis*, Aubl., *Meliaceae*) no Sul do Estado de Roraima.** Ciência Florestal, v. 22, n. 1, p. 47-58, 2012.

COSTA, J. R., Morais, R. R. ***Carapa guianensis* Aubl. (andirobeira) em sistemas agroflorestais.** – Manaus: Embrapa Amazonia Ocidental, 2013. 28 p. – (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN 1517 – 3135; 112).

LIMA, M. W. S. *et al.* **Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.): análise bibliométrica de publicações nas ciências agrárias no período de 2009 a 2019.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.2, p.98-110, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0011>.

SILVA, J. H. da C. **Avaliação toxicológica pré-clínica de *Carapa guianensis* Aublet.** – Recife: O Autor, 2006.

NONATO, O. C. dos S. *et al.* **Identificando os Usos Terapêuticos da *Carapa guianensis*.** 2008. DOI: 10.18677/EnciBio_2018B86.

PEREIRA, C. M.de S. *et al.* **O manejo da Andiroba e a contribuição para a preservação ambiental: o caso do Grupo de Trabalhadoras Artesanais e Extrativistas (GTAE) do Projeto de Assentamento Agroextrativista Praia Alta Piranha (PAE)-PA.** Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 3 de 2015.

Embrapa Amazônia Oriental 2004, Espécies Arbóreas da Amazônia Nº 2: Andiroba, *Carapa guianensis*. www.cpatu.embrapa.br/dendro/tud01.htm. ISBN 8--87690-23-X.

LIRA, G. B. *et al.* **Processos de extração e usos industriais de óleos de andiroba e açaí: uma revisão.** Research, Society and Development, v. 10, n.12, e229101220227, 2021. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20227>.

BRITO A. D. *et al.* **Saberes e práticas tradicionais da extração do óleo de *Carapa guianensis* aubl. (andiroba) em área de várzea do município de Igarapé-miri, PA.** ISSN: 1980-9735. DOI: 10.33240/rba.v15i3.23165. Vol. 15 | Nº. 3 | p. 110-122 | 2020.

OLIVEIRA, I. dos S. da S. **Análise do uso da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) na perspectiva do conhecimento tradicional e científico, da proteção intelectual e da atividade anti-*Leishmania* do óleo e frações.** 2008.

MARQUES, I. L. L., **Dinâmica populacional de Andiroba (*Carapa Guianensis* Aublet) em Roraima, Extremo Norte da Amazônia.** – Boa Vista, 2013.

SOUZA, P. F. **Estudo do crescimento e estado nutricional de *Carapa guianensis* em sistemas de plantios em área degradada na Amazônia Central.** - Manaus: UEA, 2013.

MEDEIROS, A. *et al.* **Armazenamento de sementes e extração artesanal do óleo de andiroba.** – Brasília – DF, 2017.

SOUSA, R. de C. P. de. *et al.* **Saberes técnico-científicos para extração artesanal do óleo e aproveitamento de resíduos da Andiroba.** – Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2020.

MENDONÇA, A. P. *et al.* **Extração de óleo de andiroba por prensa: rendimento e qualidade de óleo de sementes submetidas a diferentes teores de água e temperaturas de secagem.** *Scientia Forestalis*, 48(125), e2995. 2020. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n125.09>

MENDONÇA, A. P. **Secagem e extração do óleo das sementes de andiroba (*Carapa surinamensis* Miq. e *Carapa guianensis* Aubl.).** Manaus : [s. n.], 2015.

PINTO, A. A. **Avaliação de danos causados por insetos em sementes de Andiroba [(*Carapa guianensis* Aubl.) e Andirobinha (*C. procera* DC.) (*Meliaceae*)] na Reserva Florestal Adolpho Ducke em Manaus, AM, Brasil.** Manaus : [s.n.], 2007.

SILVA, L. R. **Propriedades físico-químicas e perfil dos ácidos graxos do óleo da andiroba.** *Nativa, Sinop*, v. 6, n. 2, p. 147-152. 2018. Pesquisas Agrárias e Ambientais. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i2.4729>

BRITO, A. D. *et al.* **Os extrativistas de andiroba em projetos de assentamentos agroextrativistas (paex) da várzea de igarapé-miri, Pará, Brasil.** *Agroecossistemas*, v. 11, n. 2, p. 82 – 101, 2019, ISSN online 2318-0188. <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v11i2.7303>

ALVES, W. F. *et al.* **Características Físico-Químicas de Óleos Essenciais de Plantas da Região do Vale do Juruá.** DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_107

PINTO, A. **Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato** / Andréia Pinto; Paulo Amaral; Carolina Gaia; Wanderléia de Oliveira – Belém, PA: Imazon; Manaus, AM: Sebrae-AM, 2010.

LIMA, J. DOS S. **Formulações cosméticas contendo óleo de andiroba.** 2018.

NOVELLO, Z. **extração e caracterização química de extratos obtidos de matrizes vegetais utilizando *n*-butano pressurizado como solvente.** 2015.

PIRES, H. C. G. *et al.* **Fenologia reprodutiva de *Carapa guianensis* Aubl. no horto de plantas medicinais da EMBRAPA Amazônia Oriental.** 2018. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00490>

SOUZA, R. L. de. *et al.* **Extração e comercialização do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet.) na comunidade da Ilha das Onças, no município de Barcarena, Pará, Brasil.** 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1826>

MORAIS, L. A. S. **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais.** *Horticultura Brasileira* 27: S4050-S4063. 2009.

RABÊLO, A. G. de M., **Variação espacial das concentrações de metais-traço no solo e liteira de uma área de floresta natural.** – Manaus : [s. 1], 2019.

GOMES, H. S. R. **Variação espacial das concentrações de metais-traço no solo e liteira de uma área de floresta natural.** – Macapá. 2010.

Souza, R. L. de. *et al.* **Óleo de Andiroba: Extração, Comercialização e Usos Tradicionais na Comunidade Mamangal, Igarapé-Miri, Pará.** 2019. Biodiversidade - V.18, N1, pág. 68.

SILVA, E. N. da. *et al.* **Aspectos socioeconômicos da produção extrativista de óleos de andiroba e de copaíba na floresta nacional do Tapajós, Estado do Pará.** 2010. Rev. Ci. Agra., v.53, n.1, p.12-23, Jan/mar. 2010.

COSTA, N. S. da. *et al.* **Repelência de óleos essenciais no manejo de colheita de mel de *Apis mellifera* L.** 2022. Research, Society and Development, v. 11, n. 10, e314111032877. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32877>

LOURENÇO, J. N, de P. **Produção, biometria de frutos e sementes e extração do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet.) sob manejo comunitário em Parintins, AM.** – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2017.

RIBEIRO, C. D. B. *et al.* **O uso medicinal de *Carapa guianensis* Abul. (Andiroba).** 2021. Research, Society and Development, v. 10, n. 15, e391101522815. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22815>

CALLE, D. A. C. *et al.* **Práticas de uso e manejo tradicional de *Carapa* spp. (andiroba) na Reserva Extrativista do Rio Jutaí, Amazonas, Brasil.** 2014. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., Belém, v. 9, n. 2, p. 519-540.

RABELO, R. F. *et al.* **Estudo da influência da cinética de secagem em amêndoas de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) na qualidade de seu óleo.** 2016.

SOUZA, C. R. de. **Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.).** – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2006.

GARCIA, L. F. D. R; BRAGA, N. D. P. **Estudo da qualidade e composição dos ácidos graxos insaturados do óleo fixo de Andiroba (*Carapa guianensis* A.) por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.** 2019

BRANDÃO, H. L. M. *et al.* **Propagação in vitro de Andiroba (*Carapa guianensis* Aublet).** Manaus: UEA\INPA, 2006. 59p.

Andrade, F. F. de. **Desenvolvimento e avaliação de cristais líquidos obtidos em emulsões O/A a base de óleo de andiroba e éster fosfórico** [Dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2008.

FILHO, A. C. P. de M. *et al.* **Avaliação físico-química, fitoquímica e atividades biológicas do extrato hidroetanólico floral de *Spathoglottis unguiculata* (Labill.) Rchb. f. (Orchidaceae).** 2021. Revista Arquivos Científicos (IMMES). Macapá, AP, v. 4, n. 1, p. 79-87 - ISSN 2595-4407

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia.** 2 ed., rev. e atual. – Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009.

SILVA, J. dos P. **Influência De Mudanças Climáticas Sobre A Distribuição De *Carapa Guianensis* Aubl. (Andiroba) no Futuro.** - 2019.

LOBATO, C. C. *et al.* **Crescimento de Indivíduos de Andiroba (*Carapa Guianensis* Aubl.) em Diferentes Períodos Sazonais em Santarém-PA.** 2018. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00086>

PENA, J. W. P. **Frutificação, produção e predação de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (*Meliaceae*) na Amazônia Oriental brasileira.** 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

QUERINO, R. B. *et al.* **Predação de Sementes de Andiroba (*Carapa spp.*) por *Hypsipyla ferrealis* Hampson (Lepidoptera, Pyralidae) em Roraima.** - Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008.

GONZALEZ, et al., **Biodiesel e óleo vegetal in natura.** Brasília : Ministério de Minas e Energia, 2008.

THOMAZINI, M. J. *et al.* **Incidência e danos da broca-das-meliáceas, *Hypsipyla grandella*, em mogno, no interior paulista.** 2011.

ROCHA, Y. L. **Estudo da catálise enzimática para produção de biodiesel a partir de óleo residual de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.).** 2018.

FERREIRA, L. M. M. *et al.* **Desenvolvimento de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) em Sistemas Agroflorestal na Região da Confiança, em Cantá – Roraima.** 2011.