

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



PATRICK ALENCAR MONTEIRO

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,
COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO
ÓLEO DA SEMENTE DO CUMARU (*DIPTERYX ODORATA*)**

**BELÉM – PA
2023**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC II)**

PATRICK ALENCAR MONTEIRO

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS FENÓLICOS
E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DA SEMENTE DO CUMARU
(*DIPTERYX ODORATA*)**

**BELÉM – PA
2023**

PATRICK ALENCAR MONTEIRO

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS FENÓLICOS
E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DA SEMENTE DO CUMARU
(*DIPTERYX ODORATA*)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade do Estado
do Pará como requisito para a obtenção
da graduação do curso Superior de
Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto
Eger da Cunha
Coorientadora: Prof. Dra. Maricely
Janette Uría Toro

**BELÉM – PA
2023**

PATRICK ALENCAR MONTEIRO

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS FENÓLICOS
E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DA SEMENTE DO CUMARU
(DIPTERYX ODORATA)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade do Estado do
Pará como requisito para a obtenção da
graduação do curso Superior de Tecnologia
de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Eger
da Cunha.
Coorientadora: Profª. Drª. Maricely Janette
Uriá Toro.

Data de aprovação: 09/02/2023

Banca examinadora:

Marcos Augusto Eger da Cunha. - Orientador

Prof. Dr. Marcos Augusto Eger da Cunha

Universidade do Estado do Pará – UEPA

Carmelita de F. A. Ribeiro

- Membro da Banca

Profª. Drª. Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro

Universidade do Estado do Pará – UEPA

João Hamilton P. de Souza - Membro da banca

Prof. Msc. João Hamilton Pinheiro de Souza

Universidade do Estado do Pará – UEPA

Dedico este trabalho integralmente à minha mãe Tanea de Sousa Alencar. Onde nos meus momentos mais difíceis, ela me amparou e deu suporte para que eu pudesse persistir nas minhas batalhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por se fazer presente em em toda minha vida e principalmente no ensino superior, onde as tentivas e falhas foram corriqueiras e a vontade de desistir era sempre presente. Entretanto, Deus estava presente e afastava de mim todos os impasses presente. Agradeço à minha mãe, Nossa Senhora de Nazaré, por sempre me iluminar e guiar meus pensamentos.

Agradeço ao meu pai Adenilson do Nascimento Monteiro, minha tia Kátia Alencar, minha Avó Antonia de Sousa Alencar e a toda minha família por todo apoio dado a mim, todos foram cruciais para minha formação.

Agradeço ao meu orientador Marcus Augusto Eger da Cunha por orientar meu TCC e à todos da equipe de docência da Universidade do Estado do Pará por todo conhecimento repassado e adquirido em todos esses 4 anos.

Em especial, à Professora Dra^o Maricely Janette Uría Toro, professora a qual pude ter a honra de ser aluno e coorientando de TCC, onde não mede esforços para apresentar suas aulas e realizar suas práticas em laboratório. Tenho a absoluta certeza que se formarão profissionais incríveis, que assim como eu, iram se espelhar na profissional competente e pessoa admirável a qual representa.

Agradeço toda equipe da UEPA – Salvaterra campus XIX, onde realizei a extração do óleo utilizado no presente trabalho. Especialmente, à Professora Carmelita Ribeiro e ao aluno Maurilio Silva por todo auxílio prestado a mim. Foram cruciais para o andamento do meu trabalho, muito obrigado por tudo.

Gratidão à todos meus colegas de turma por toda ajuda e cumplicidade em trabalhos, provas, práticas. Enorme gratidão aos meus colegas de laboratório Caio Miguel, Bruno Leonardo, Aylla Michelle, Jheymys Sousa que me ajudaram e auxiliaram nas análises no meu projeto de TCC.

Jhenifer Pantoja e Adrielly Santos, “minha panelinha”, tornaram meus 4 anos de curso mais leve, agradeço muito a Deus por ter encontrado vocês. Por todos os trabalhos ideias, risadas, fofocas compartilhadas. Um obrigado é tão pouco perto do que vocês representaram pra mim durante esta graduação. Tenho certeza que vocês serão profissionais incríveis, merecem o futuro mais bonito planejado por Deus, vocês merecem muito.

Por fim, agradeço a todos meus amigos os quais já compartilhei meu sincero sorriso, vocês todos são especiais e possuem importância imensa na minha vida. Muito obrigado a todos.

RESUMO:

O presente trabalho tem como objetivo a quantificação de rendimentos obtido através de 2 metodologias: soxhelt e prensagem mecânica. Posteriormente, realizou-se a caracterização físico-química, quantificação de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do óleo obtido através da prensagem mecânica. O resultado rendimento obtido através do método à quente e à frio, respectivamente: 32,46% e 25,21%. As análises realizadas no óleo de cumaru foram densidade, % de ácidos graxos livres, índice de acidez, índice de peróxido, índice de refração, índice de saponificação, compostos fenólicos e atividade antioxidante. O óleo obteve os seguintes resultados, respectivamente: 0,9804 g/cm³, 1,55% ácido oleico, 3,02 mg KOH/g, 1,57 meq/kg, 1,475 nm, 201,89 mg KOH/g, 9,15 mg EAG/100g e 707,07 mg MM trolox/100g. Todos resultados de índices dentro dos parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária e resultados comparados com outras literaturas.

PALAVRAS-CHAVE: Cumaru, óleo, rendimento, físico-químico, compostos fenólicos e antioxidante.

ABSTRACT:

The present work aims to quantify the yields obtained through 2 methodologies: soxhelt and mechanical pressing. Subsequently, perform the physical-chemical characterization, quantification of phenolic compounds and antioxidant capacity of the oil obtained through mechanical pressing. The result obtained through the hot and cold method was 32.46% and 25.21%, respectively. The analyses performed on the coumaru oil were density, % free fatty acids, acidity index, peroxide index, refractive index, saponification index, phenolic compounds and antioxidant activity. The oil obtained the following results, respectively: 09804 g/cm³, 1.55% oleic acid, 3.02 mg KOH/g, 1.57 meq/kg, 1.475 nm, 201.89 mg KOH/g, 9,15mg EAG/100g e 707,07 mg MM Trolox/100g. All index results within the parameters established by the National Health Surveillance Agency and results compared with other literatures.

KEYWORDS: Cumaru, oil, yield, physicochemical, phenolic and antioxidant compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árvore de Cumaru (<i>Dipteryx Odorata</i>).	15
Figura 2. Semente de Cumaru (<i>Dipteryx odorata</i>).	15
Figura 3. Óleo de Cumaru (<i>Dipteryx Odorata</i>).	16
Figura 4. Reação de Esterificação.	16
Figura 5. Solução bifásica do Extrato de Cumaru.	24
Figura 6. Reação de redução do molibdênio, componente do reagente Folin-Ciocalteu, pelo ácido gálico, padrão utilizado de fenóis totais.	25
Figura 7. Estabilização do radical ABTS·+ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rendimento do óleo da semente de cumaru.	26
Tabela 2. Propriedades físico-químicas do óleo da semente de cumaru.	27
Tabela 3. Análise de Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante.	29

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AA: Atividade Antioxidante

ABTS: [(Ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfônico)]

CFT: Compostos Fenólicos Totais

D: Densidade

EAG: Expresso em Ácido Gálico

Fc: Fator de Correção

IAL: Instituto Adolfo Lutz

M: Massa

Pi - Peso inicial das sementes;

Pf: Peso final após extração;

ROS: Oxigênio Super Reativos

TO: Teor de Óleo

UV: Ultra Violeta

V: Volume

Nm: nanômetro

%: Porcentagem

μM: Micromolar

μL: Microlitro

SUMÁRIO

	Páginas
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. Cumaru	14
3.2. Óleos vegetais	16
3.3. Capacidade antioxidante.....	17
3.4. Compostos Fenólicos	18
4. MATERIAL E MÉTODO	19
4.1. Locais da extração do óleo e análises físico-química.....	19
4.2. Obtenção do Cumaru (<i>Dipteryx odorata</i>)	19
4.3. Extrações	20
4.3.1. Extração a quente por <i>Soxhlet</i>	20
4.3.2. Extração a frio por prensagem do óleo de Cumaru (<i>Dipteryx odorata</i>).....	20
4.4. Análises Físico-Químicas	22
4.4.1. Densidade Relativa	22
4.4.2. Índice de Acidez	22
4.4.3. % de Ácidos Graxos	22
4.4.4. Índice de Peróxidos.....	23
4.4.5. Índice de Refração	23
4.4.6. Índice de Saponificação	23
4.5. Compostos Fenólicos Totais e Capacidade Antioxidante	24
4.5.1. Preparo do extrato do óleo do cumaru	24
4.5.2. Compostos Fenólicos	24
4.5.3. Atividade Antioxidante	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1. Rendimento dos Óleos por extração <i>Soxhlet</i> (a quente) e Prensagem (a frio).	26
5.2. Análises Físico-Químicas do Óleo de Cumaru.	27
5.3. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante	29
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
8. APÊNDICE	36

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a Região Amazônica apresenta uma diversidade de espécie vegetais as quais são produtoras de sementes oleaginosas, na qual esses óleos possuem características físico- químicas diversificadas podendo ser utilizadas em variados ramos da indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética e na produção de biocombustíveis, assim sendo, o estudo científicos dos óleos caracteriza uma enorme importância para a atribuição de valores econômicos, nutricional e tecnológicos (SARQUIS et al., 2020; SILVA et al., 2018).

Contudo, apesar da Região Amazônica ser bastante diversificada com uma enorme biodiversidade de espécies de sementes oleaginosas, estudos sobre suas características físico-químicas ainda precisam ser realizados em diversas espécies, destacando-se o óleo extraído da semente de Cumaru (*Dipteryx odorata*) ao qual possui diversas características pouco estudadas. O Cumaru (*Dipteryx odorata*) conhecido também como cumaru ferro, cumaru-verdadeiro, também é conhecido no mercado internacional como *Tonka Beans* (CARVALHO, 2019), sendo pertencente à família *Leguminose – Papilionoideae* (Embrapa Amazônia Oriental, 2009). Sua denominação científica *Dipteryx* é por conta da aparência de suas folhas a qual são similares a duas asas, já seu epíteto *odorata* é por conta da presença de cumarina, atribuindo aos seus frutos e sementes um cheiro forte e agradável (GARCIA, 2013). Sua identificação é retratada como uma árvore de grande porte, onde na mata primária pode atingir até 30 metros de altura, entretanto, em florestas secundárias ou quando cultivadas sua altura é menor (PINTO; MORELLATO; BARBOSA, 2008).

À face do exposto, o presente trabalho tem como objetivos: comparar as metodologias de extração e realizar a extração do óleo de cumaru (*Dipteryx odorata*) por meio de prensagem mecânica para a produção de estudos sobre sua característica físico-química, compostos fenólicos e atividade antioxidante a fim de executar uma comparação de seus resultados com outras bibliografias, objetivando a agregação de estudos científicos sobre o óleo analisado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo realizar a extração do óleo da semente de cumaru e caracterizá-lo quanto as suas propriedades químicas e físicas a partir do óleo obtido na prensagem mecânica.

2.2. Objetivos específicos

Extrair o óleo da semente de cumaru pelo método de *Soxhlet* e Prensagem, e comparar o rendimento de ambos os métodos;

Determinar densidade, índice de acidez, % de ácidos graxos, saponificação, peróxido, refração a partir do óleo obtido na prensagem mecânica;

Determinar seus compostos fenólico e atividade antioxidante através de métodos espectrofotométricos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cumaru

O cumaru (*Dipteryx odorata*) se trata de uma linhagem de leguminosa ao qual podem ser encontrados principalmente nas áreas norte e nordeste do território brasileiro. A sua madeira possui uma valorização econômica importante, visto que seu emprego na fabricação de móveis, embarcações é usual (ZAU et al., 2014). Além de sua madeira, o cumaru possui amêndoas as quais possuem aplicações medicinais e culinárias, onde se pode extrair um produto oleaginoso de fragrância adorável e de coloração amarelo-claro, sua semente é constituída por aproximadamente 34% a 40% de óleo (ARAÚJO et al., 2014). Na região Amazônica, o cumaru pode ser encontrado desde o Acre até o Maranhão, sendo identificados na floresta nativa como árvores que podem chegar até 35 metros (YANAI, 2012; LORENZI, 1998). Ele também pode ser chamado popularmente por serrápia, tonka bean, fava tonka, baru, ipê-cumaru e cumaru-de-folha grande (YANAI, 2012; SOUZA, 2002). A figura 1 apresenta a árvore de cumaru de aproximadamente 30 metros.



Figura 1. Árvore de Cumaru (*Dipteryx Odorata*).
Fonte: Grupo Indusparquet.

As sementes de cumaru caem no chão na época de amadurecimento do fruto, onde são coletadas. O fruto é caracterizado por possuir um mesocarpo e a semente caracterizada por ser o endocarpo do fruto onde a separação é realizada manualmente (DA SILVA, et al., 2010). Essas sementes possuem um grande valor econômico na região amazônica por conta do óleo extraído ao qual possui um agente químico denominado de cumarina (PINTO et al., 2008; SILVA, 2006). Imagem 2 apresenta a semente de cumaru após seu amadurecimento:



Figura 2. Semente de Cumaru (*Dipteryx odorata*).
Fonte: Instituto Soka Amazônia.

A cumarina é caracterizada como um componente encontrado no óleo ao qual atribui aspectos organolépticos as sementes de cumaru como um aroma leve e agradável parecendo-se baunilha, ao passar do tempo com seu envelhecimento, a semente

incorpora um sabor ardente (RIZZINI; MORS, 1979). O óleo amarelo-claro possui um alto poder de oxidação quando entram em contato direto com o ar (EMBRAPA, 2009). Na indústria alimentícia, a cumarina possui diversas aplicações como na substituição da baunilha em licores, chocolates, sorvetes (PINTO et al., 2008).

Na medicina popular, o óleo de cumaru é utilizado para o tratamento de diversas doenças como úlceras bucais, dores de cabeça bem como dores articulares e tuberculose (CARVALHO et. al., 2009). Imagem 3 apresenta o óleo extraído da semente de cumaru:



Figura 3. Óleo de Cumaru (*Dipteryx Odorata*).
Fonte: *From Nature With Love*.

3.2. Óleos vegetais

Quimicamente, óleos e gorduras são caracterizados como substâncias insolúveis em água, podendo ser de origem animal, vegetal ou de origem microbiana, onde são formados a partir da condensação entre o glicerol e ácidos graxos denominados de triglicerídeos. Os óleos possuem uma constituição de variados compostos químicos, sem de suma importância os ácidos graxos e seus derivados como os fosfatídeos e mono; di; tri-acilglicerídeos (MORETTO; FETT, 1986, RAMALHO; JORGE, 2006).

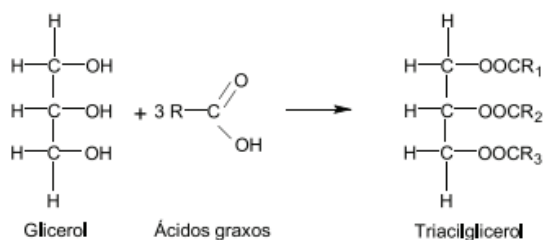


Figura 4. Reação de Esterificação.
Fonte: Química e Tecnologia de Óleos Vegetais

Os óleos vegetais são demasiadamente consumidos ao redor do mundo, visto que eles são fontes de energia e de ácidos graxos essenciais, além de serem precursores das vitaminas lipossolúveis. Ademais, os óleos vegetais possuem grande importância na indústria alimentícia, uma vez que eles agregam sabor, textura e palatabilidade aos alimentos, os quais servem como substituição dos óleos de originários de animais (IQBAL; BHANGER, 2007). Os óleos apresentam características antioxidantes que atuam no retardamento e aparição de doenças crônicas, os componentes antioxidantes atuam em nosso corpo protegendo-o de reações oxidativas que atribuem danos aos nossos lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (SZYDOWSKA-CZERNIAK A., et al., 2010, RAMADAN M.F., et al., 2006).

3.3. Capacidade antioxidante

A nomenclatura antioxidante se deve para a definição de um conjunto de enzimas ou não as quais protegem a estrutura das macromoléculas ou estruturas celulares, impedindo o dano oxidativo (GUTTERIDGE & HALLIWELL, 2010). Os compostos com antioxidantes podem ser encontrados nos vegetais sendo identificados como ácido ascórbico, tocoferóis, carotenoides, antocianinas e compostos fenólicos sendo sua quantificação e identificação variada dependendo da espécie estudada. (PRATA, 2009). Estudos realizados por diversas pesquisas afirmam que as substâncias que possuem caráter antioxidante quando inclusos na dieta diariamente podem realizar uma ação protetora interrompendo o processo de oxidação que acontece naturalmente nos organismos, agem contribuindo para aprimorar valores nutricionais nos alimentos e consequentemente desempenha um papel importante na saúde humana. Em pesquisas recentes, descobriu-se que diversas doenças como problemas cardiovasculares, câncer, Alzheimer, artrite, provavelmente estão ligadas ao processo danoso ocasionado por tipos de oxigênio super-reativos denominados pela ciência de “ROS” ou substâncias reativas oxigenadas. As ROS’s consistem em variados modelos de oxigênio ativado (*singlete*), onde são inclusos os chamados radicais livres. Nos seres humanos ou em plantas os “ROS’s” podem ser induzidos à consumação e produção de diversos modos, por exemplo, fatores extrínsecos como a fumaça de tabacos, raios UV – Ultra Violetas, pesticidas, e solventes orgânicos (YILDRIM et al., 2002; AHMAD et al., 2015). Mesmo em baixas concentrações, os antioxidantes possuem a capacidade de diminuir ou incapacitar a oxidação das células (SANTOS; CRUZ, 2001).

No Brasil, seguindo a Resolução nº 04 de 24/11/1988, são permitidos a totalização de 13 aditivos antioxidantes, sendo possível sua adição a um total de aproximadamente 50 tipos de alimentos. Esses aditivos são utilizados para o aumento do tempo de validade do alimento, sendo essa área bastante promissora na tecnologia de alimentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1988). Os antioxidantes sintéticos vêm sofrendo restrições por conta das comprovações relacionadas ao seu potencial cancerígeno assim como ligados ao aumento de gordura no fígado e multiplicação exacerbada do retículo endoplasmático. Portanto, desde o início da década de 80 são buscadas alternativas para substituição dos antioxidantes sintéticos por antioxidantes de origem natural para a aplicação em alimentos ou na indústria farmacológica visto que os compostos antioxidantes naturais são aceitos por maior parcela da população pois apresenta baixa toxicidade podendo ser extraída de óleos essenciais e extrato de plantas e frutos (MELO & GUERRA, 2002; YILDRIM, et al., 2002; AHMAD et al., 2015; SHAHEEN et al., 2016; RIBEIRO et al., 2019; CHOE et al., 2020).

3.4. Compostos Fenólicos

Sendo encontradas em grande escala principalmente no reino vegetal, os compostos fenólicos são essenciais para o crescimento, reprodução e sistema de proteção das plantas onde se formam principalmente em condições atípicas de *stress* como infecções, ferimentos, pragas, exposição à raios UV (ALMEIDA et al., 2017; NACZK M.; SHAHIDI F., 2004). Nos alimentos, eles são encarregados em fornecer coloração, aroma, adstringência e possui carácter antioxidante, anti-inflamatória, antiviral e bactericida proporcionado vários efeitos benéficos para o organismo (VERRUCK et al., 2019; PELEG H., et al., 1998). Na química, os compostos fenólicos são identificados contendo um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos. São de conhecimento pela ciência cerca de 5000 tipos de fenóis, sendo eles: flavonoides, ácidos fenólicos, cumarinas, taninos, fenóis simples, ligninas e tocoferóis onde são amplamente subdivididos na natureza do reino vegetal (DA SILVA et al., 2019; NACZK., 1998.; KING A.; YOUNG G., 1999).

Os antioxidantes possuem dois modos de atuação, assim se classificando em primário e secundário. Sendo o primário agindo na interrupção da cadeia de reação por meio da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, transformando-os em produtos termodinamicamente estáveis e/ou reagindo com outros radicais livres. Os

compostos fenólicos são inclusos na categoria de antioxidantes primário, atuando na retardação ou inibição do início da etapa da oxidação por diferentes meios que abrange o sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para instruí-la a formação de hidroperóxido não radical, absorção de radiação ultravioleta, complexação de metais e desativação de oxigênio *singlete* tornando os radicais livres estáveis (LUZIA et al., 2009).

Os antioxidantes fenólicos atuam com o radical peroxil por estarem mais presentes em quantidade na etapa de auto-oxidação, possuindo energia menor comparada a outros radicais, assim, favorecendo a separação do hidrogênio. Deste modo, a ação dos antioxidantes fenólicos encontrados nos extratos extraídos de vegetais é caracterizada como promissora tendo em vista a redução da oxidação lipídica em tecidos de origem vegetal e animal sendo sua aplicação em produtos frescos ou processados assim, sua inclusão na alimentação do ser humano não agrega valor apenas para a qualidade do alimento aumentando seu tempo de conservação, como também, contribui na redução de aparecimento de patologias como câncer (TÖRRÖNEN et al. 2012; GOZÁLES-GÓMES et al., 2014; RAMARATHNAM N. et al., 1995).

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Locais da extração do óleo e análises físico-química

O óleo utilizado para análises foi obtido através da extração por prensagem da semente de Cumaru (*Dipteryx odorata*) no Laboratório de Tecnologia Alimentos da Universidade do Estado do Pará, campus XIX – Salvaterra.

Para a comparação de métodos, a extração do óleo de cumaru por *soxhlet* foi realizada no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará, campus V – Belém-PA.

Todas as análises físico-químicas foram executadas com o óleo extraído da prensagem mecânica no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará, campus V – Belém-PA.

4.2. Obtenção do Cumaru (*Dipteryx odorata*)

No presente trabalho, as sementes de cumaru foram adquiridas na feira livre do Ver-o-Peso (-1.452537, -48.503228), localizada no bairro da Campina no município de Belém-PA no período do mês de abril, logo depois de armazenadas para posterior

extração do óleo em um refrigerador pertencente ao laboratório de química na Universidade do Estado do Pará, Campus V – Belém-PA.

4.3. Extrações

4.3.1. Extração a quente por *Soxhlet*

Seguindo o método pressuposto pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para a análise de determinação do rendimento em óleos na semente na pesquisa, foi pesada aproximadamente 2 g de amostras maceradas manualmente. Posteriormente colocadas em cartuchos feitos de material de papel-filtro e previamente tarados. As amostras foram levadas ao extrator *Soxleht* (marca QUIMIS modelo 308.16), onde foram acopladas a um balão de fundo chato de 500 ml contendo 250 ml de hexano, foi mantido sob-refluxo por 8 horas.

Após as 8 horas, as amostras foram levadas a uma estufa em 80°C para a retirada do resíduo de hexano por aproximadamente 2 horas. O material foi pesado novamente e realizado o cálculo para rendimento em % através da equação 1 abaixo. Toda a análise foi realizada em triplicata.

Equação 01-

$$TO = [(Pi - Pf) \ / \ Pi] * 100$$

Sendo:

TO = Teor de Óleo;

Pi = Peso inicial das sementes;

Pf = Peso final após extração;

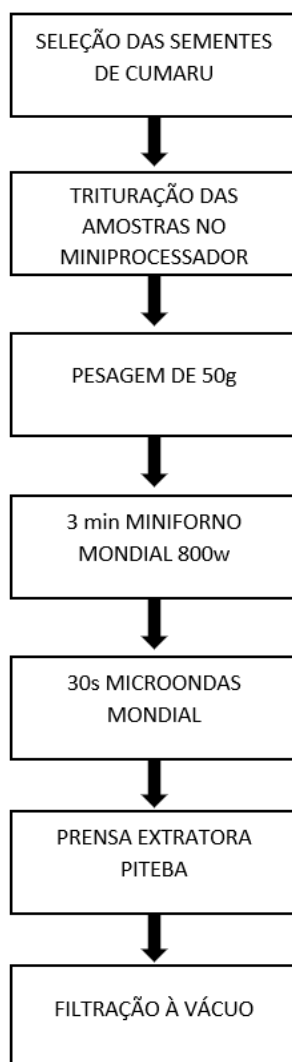
4.3.2. Extração a frio por prensagem do óleo de *Cumaru (Dipteryx odorata)*.

No Brasil, o processo de secagem de amostras preconizado pelo Instituto Aldofo Lutz, (2008) onde as amostras são colocadas em estufa por 24 horas à 105° C. Entretanto, o método utilizado para retirada de umidade antes do processo de prensagem, foi o pressuposto por DUFOSSÉ, M. C. S; PEREIRA C. C. P., (2016) onde a extração de óleo das frutas Buriti (*Mauritia flexuosa*), Inajá (*Attalea maripa*), Tucumã (*Astrocaryum vulgare*), Piquiá (*Caryocar villosum*) utilizou-se diferentes tempos em

estufa e em aparelho de micro-ondas para observar o melhor tempo para a extração do óleo por conseguinte identificar e quantificar o melhor rendimento, onde no trabalho mostrou-se uma metodologia eficaz para retirada rápida de umidade e aumento de rendimento.

No presente trabalho, foi realizada alterações no processo de retirada de umidade e aumento de rendimento onde foi adicionado a utilização de mini forno da marca Mondial em 800W a fim de aquecer as amostras de semente de cumaru e posteriormente levado para retirada de umidade em micro-ondas, contudo, o tempo utilizado foi reduzido a fim de evitar a queima da amostra. Portanto, foi utilizado o tempo de 30seg para retirada de umidade, conseqüentemente o aquecimento das amostras para facilitar a retirada do óleo e após esse processo as sementes foram levadas a prensa mecânica da marca Piteba.

Fluxograma:



Fonte: AUTOR

4.4. Análises Físico-Químicas

4.4.1. Densidade Relativa

Sendo aplicável em óleos e gorduras, a determinação da densidade tem como objetivo definir a razão da massa da amostra em relação à da água por unidade de volume na temperatura de 40°C. A análise da densidade foi realizada pelo método estabelecido pelo Instituto Aldofo Lutz (IAL, 2008).

Cálculo 02 –

$$D = M / V$$

Sendo:

D- Densidade relativa

M- Massa

V- Volume

4.4.2. Índice de Acidez

A acidez é um fator determinante para o estado de conservação e qualidade de um produto alimentício, a alteração da concentração de íons de hidrogênio determina se o material analisado está em um processo de decomposição por hidrólise, fermentação ou oxidação. A análise de acidez do óleo de cumaru foi realizada pela metodologia preconizada pelo Instituto Aldofo Lutz (IAL, 2008).

Cálculo 03 –

$$V \times Fc \times 5,61 / P$$

Sendo:

V = nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação

Fc= fator da solução de hidróxido de sódio

P = nº de g da amostra

4.4.3. % de Ácidos Graxos

A porcentagem de ácidos graxos foi definida a partir do método pressuposto pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Cálculo 04 –

$$V \times F \times M \times 28,2 / P$$

Sendo:

V = nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação

F = fator da solução de hidróxido de sódio

M = Molaridade do hidróxido de sódio

P = n° de g da amostra

4.4.4. Índice de Peróxidos

Os peróxidos são os primeiros produtos formados quando os óleos ou gorduras estão em estado de degradação, portanto, a oxidação do óleo ou gordura se dá pela quantificação dos peróxidos, determinando seu estado de conservação. A metodologia indicada pelo Instituto Aldofo Lutz (IAL, 2008) foi utilizada para determinação do Índice de Peróxidos.

Cálculo 05 –

$$(A-B) \times N \times Fc \times 1000 / P$$

Sendo:

A = n° de mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação da amostra

B = n° de mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação do branco

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio

Fc = fator da solução de tiosulfato de sódio.

P = n° de g da amostra

4.4.5. Índice de Refração

Cada óleo possui seu índice de refração característico, dentro dos parâmetros estabelecidos. Sua medição está associada ao grau de saturação das ligações, entretanto, condições como oxidação, teor de ácidos graxos livres e tratamento térmico podem afetar a análise. A análise do índice de refração foi realizada a partir do pressuposto instituído pelo Instituto Aldofo Lutz (IAL, 2008).

4.4.6. Índice de Saponificação

A análise do Índice de Saponificação é utilizada para quantificar a quantidade necessária de álcali para saponificar uma amostra de óleo ou gordura. O método a ser utilizado foi o recomendado pelo Instituto Aldofo Lutz (IAL, 2008).

Cálculo 05 –

$$26,06 \times Fc \times (B-A) / P$$

Sendo:

A = volume gasto na titulação da amostra

B = volume gasto na titulação do branco

Fc = fator da solução de HCl 0,5 M

P = n° de g da amostra

4.5. Compostos Fenólicos Totais e Capacidade Antioxidante

4.5.1. Preparo do extrato do óleo do cumaru

A preparação do extrato seguiu o método adaptado por GAMBOCORTA et al., (2010). Para o início da análise foram pesados 10 gramas de óleo em um Erlenmeyer de 250 ml e adicionado 40 ml de solvente metanol 70% e levado para Vortex por aproximadamente 40 minutos. Posteriormente, a solução foi transferida para centrifuga por 20 minutos, então, foi observado uma solução bifásica sendo o óleo no fundo e o extrato alcoólico na superfície (figura 4). Com o auxílio de uma pipeta *pasteur* foi retirado o extrato metanólico e transferido para outro tubo de ensaio para a repetição do processo de centrifugação com o objetivo de não possuir nenhum vestígio de óleo. E após a realização desse processo, o extrato metanólico foi transferido para um frasco âmbar e levado para o congelador à -18° C até posterior análise.

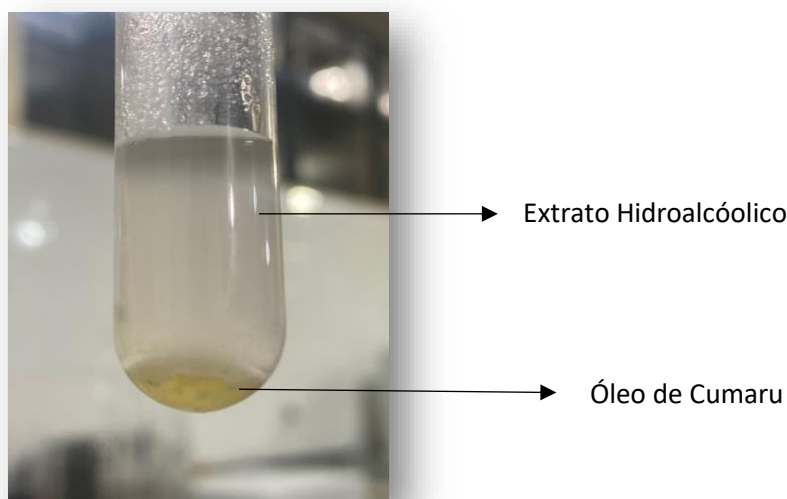


Figura 5 - Solução bifásica do Extrato de Cumaru.

Fonte: Autor.

4.5.2. Compostos Fenólicos

A análise seguiu o método proposto por SINGLETON et. al. (1999), o método baseia-se na homogeneização do fosfomolibdico e fosfotunguístico onde o molibdênio e o tungstício se encontram no estado de 6+ de coloração amarela e na presença de agentes redutores, como os compostos fenólicos, formando molibdênio-tungstênio de coloração azul, ou seja, ocorre uma desprotonação do composto fenólico no meio básico formando ânio fenolato e com a adição do reagente de Folin-Ciocalteu ocorre uma reação de oxirredução (Figura 04), assim, mudando a coloração do amarelo para o azul ARAUJO, (2013).

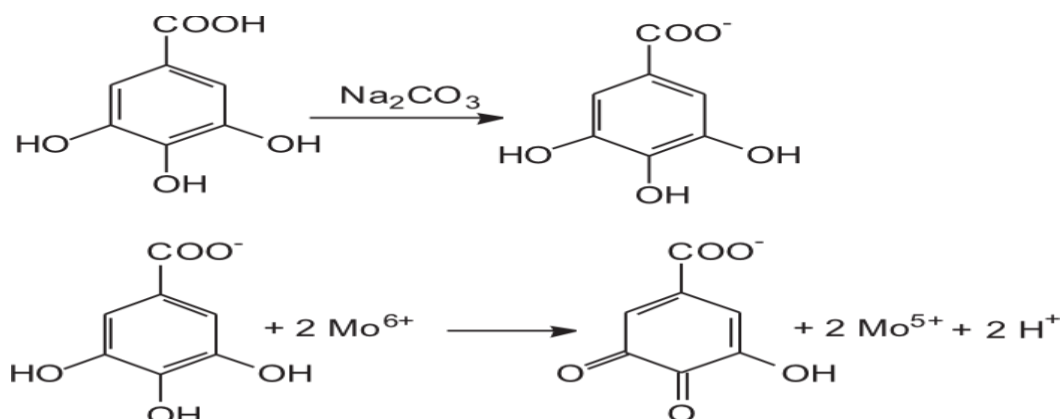


Figura 6. Reação de redução do molibdênio, componente do reagente Folin-Ciocalteu, pelo ácido gálico, padrão utilizado de fenóis totais.

Fonte: Química Nova Interativa.

Utilizou-se solução extratora 70%, onde com auxílio de pipetador automático foi retirada uma alíquota de 0,5 ml de extrato de óleo de cumaru e colocado em um tubo de ensaio, após foi adicionado 2 ml de carbonato de sódio 10% e então adicionado 2,5ml o reagente de Folin-Ciocalteu. A amostra foi levada para vórtex e colocada em banho maria 50°C por 15 min e posteriormente realizada a leitura no espectrofotômetro (marca KASUAKI modelo IL-490). O padrão da análise foi realizado em diferentes concentrações de ácido gálico sendo realizada em triplicata.

4.5.3. Atividade Antioxidante

A capacidade antioxidante será realizada pelo método de ABTS (Ácido 2,2-azinobis (3- etilbenzotiazolona-6-sulfônico) baseia-se em uma reação SET (transferência de elétrons), na qual se avalia a capacidade dos antioxidantes de capturar o cátion radical ABST^+ . Esta captura produz um decréscimo na absorbância a 734 nm. O decréscimo produzido pelo Trolox, curva gerada pela inibição da absorbância é

calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a 1 MM do Trolox (RUFINO et al., 2007).

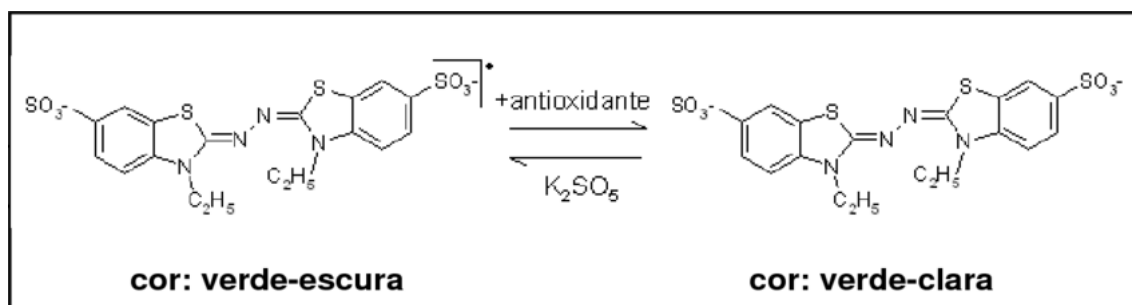


Figura 7. Estabilização do radical ABTS^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

Fonte: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Em ambiente escuro, foram separados em diferentes diluições com água destilada para posterior leitura, então, retirada uma alíquota de 30 µL de cada diluição do extrato e adicionado 3 ml do radical ABTS. + e homogeneizada em vórtex, após esse processo foram deixados em repouso por 6 minutos. A calibração do espectrofotômetro foi feita com álcool etílico e a leitura à 734nm.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Rendimento dos Óleos por extração *Soxhlet* (a quente) e Prensagem (a frio).

Na tabela 01 são apresentados os resultados das extrações feitas a quente e a frio e a comparação dos resultados.

Tabela 01. Rendimento do óleo da semente de cumaru.

Metodologias	*Rendimento do Óleo de Cumaru em %
Soxhlet	32,6 ± 1,3
Prensagem	25,32 ± 3,4

*Valores médios ± erro padrão da média de determinações em triplicata.

O método a quente empregado pela utilização do solvente hexano apresentou maior rendimento comparado ao método realizado a frio por meio de prensagem mecânica apresentando uma diferença de 7% do rendimento obtido. Na amostra onde foi realizada a prensagem mecânica, no momento final da extração foi observada na torta, resquícios de óleo residual, assim, justificando a diferença de porcentagem entre as duas metodologias. Em pesquisa sobre rendimento do óleo de cumaru FETZER et al., (2021) encontrou 33,18% de rendimento em extração por *soxhlet* utilizando o propano compressado como solvente extrator.

Quanto ao rendimento comparado a outras sementes oleaginosas, o óleo de cumaru apresentou rendimento abaixo. No trabalho de VILHENA et al., (2020) o rendimento obtido sob o óleo de castanha-do-Brasil foi de 42%, observando-se uma diferença de resultados de aproximadamente 16,8% quando comparado ao resultado obtido pela prensagem mecânica. Comparado ao pinhão manso (*Jatropha Curcas l.*) que obteve o resultado de extração por prensagem de 37,18% de rendimento de óleo bruto, a semente de cumaru apresentou quantidade inferior de óleo bruto comparado ao rendimento obtido ZAMBRANO F. et al., (2015).

5.2. Análises Físico-Químicas do Óleo de Cumaru.

Na tabela 02 são apresentados os resultados das análises físico-químicas somente no óleo extraído por prensagem onde foram realizadas análises de densidade, % de Ácidos Graxos Livres, Índice de Acidez, Índice de Éster, Índice de Peróxido, Índice de Refração e Índice de Saponificação.

Tabela 02. Propriedades físico-químicas do óleo da semente de cumaru extraído por prensagem.

Análises Físico-Químicas	*Resultados	**Valores Máximos (ANVISA)
Densidade (g/cm ³)	0,9804 ± 0,001	n/d
% de Ácidos graxos livres (oleico)	1,55 ± 0,06	n/d
Índice de Acidez (mg KOH/g)	3,08 ± 0,12	4 mg KOH/g
Índice de Peróxidos (meq/kg)	1,57 ± 0,06	15 meq/kg
Índice de Refração 40°C	1,475 ± 0,001	n/d
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	201,89 ± 0,3	n/d

*Valores médios ± erro padrão da média de determinações em triplicata.

** Óleos prensados a frio e não refinados

n/d = nada especificado pela ANVISA.

O valor encontrado na densidade 0,9804 g/cm³ é quase semelhante a densidade encontrada por ZAU et al., (2014) o qual obteve o resultado de 0,950 g/cm³ para óleo da semente de cumaru, enquanto FERREIRA et al., (2009) no óleo de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) 0,910 g/cm³, a densidade encontrada em óleos varia dependendo das características específicas como número de insaturações e comprimento de cadeias.

Os valores relacionados à porcentagem de Ácidos graxos livres e Índice de acidez estão diretamente ligados com a ocorrência de hidrólise no óleo, a porcentagem

de ácidos graxos livres encontrados no óleo bruto da semente de cumaru foi 1,55%, valor inferior ao estabelecido a alguns óleos vegetais brutos, exemplo óleo de coco, milho, babaçu e de palma ao qual possuem um limite de 5% estabelecidos pela RDC n. 270 da ANVISA e o valor máximo permitido de ácidos graxos livres pelo *Codex Alimentarius Commission* (2009) para óleos brutos é de 2,0% em ácido oleico.

No óleo de cumaru analisado, foi observado uma acidez de 3,02 mg KOH/g, portanto comparado ao trabalho de SOARES et al. (2018) o índice de acidez do óleo de cumaru encontrado foi de 0,2 mg KOH/g, indicando um bom estado de conservação comparado ao atual trabalho. Em óleo bruto extraído da semente de castanha-do-Brasil, VILHENA et al., (2020) encontraram valores de Índice de Acidez 2,01 KOH/g, valor permitido dentro dos parâmetros exigidos pela ANVISA. Como parâmetro de qualidade do óleo, a Comissão Codex Alimentarium (2009) determina que para óleos brutos, a acidez máxima seja de 4,0 mg KOH/g, acidez máxima também exigida pela RDC n° 270 da ANVISA.

Em óleos, a análise de Índice de Peróxido é utilizada para indicar o início da oxidação lipídica onde fatores como tempo e condições de estocagem influenciam a qualidade (LAWSON, 1995). O valor encontrado de peróxidos no óleo de cumaru foi de 1,57 meq/kg, portanto, dentro dos valores exigidos pela RDC n° 270. VILHENA et al., (2020) encontrou no óleo de castanha-do-brasil 8,1 meq/kg, valor acima do analisado no presente trabalho, entretanto, ambos seguindo os parâmetros legais onde no Brasil os valores máximos permitidos pela Resolução RDC n° 270 da ANVISA é de 15 meq/kg para óleos brutos e de 10 meq/kg para óleos refinados.

O Índice de Refração é utilizado para indicar o grau de insaturação do óleo, o valor encontrado na pesquisa foi de 1,475 a 40°C. Em análise PESCE et al., (2009) encontro no óleo de cumaru Índice de Refração similar ao encontrado no presente trabalho, cerca de 1,47 a 40°C. Em posterior estudo realizado por COSTA-SINGH T. et al., (2012) com óleo da castanha-de-cutia o Índice de Refração foi de 1,4763, assim sendo, valores quase semelhantes.

O Índice de Saponificação é uma análise utilizada para quantificar a quantidade necessária de álcali para saponificar uma amostra de óleo. No presente trabalho o valor encontrado foi de 201,89 mg KOH/g, valor próximo aos óleos de canola, girassol, soja expostos pela ANVISA ao qual possuem valores acima de 181 mg KOH/g. Em trabalho publicado, PESCE et al., (2009) encontrou no óleo de cumaru o valor de 189 mg KOH/g, valor abaixo do encontrado no presente trabalho. FETZER et al., (2022) em

análise de Índice de Saponificação no óleo de Cumaru encontrou 205,34 mg KOH/g, valor próximo encontrado no neste trabalho.

5.3. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante

Na tabela 03 é apresentado o resultado obtido da análise de Compostos Fenólicos Totais (CFT) e Atividade Antioxidante (AA) por espectrofotometria.

Tabela 03. Análise de Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante.

Metodologias	*Resultados
Compostos Fenólicos (mg EAG/100g)	9,15 ± 0,38
Atividade Antioxidante (µM trolox/100g)	707,7 ± 20,52

*Valores médios ± erro padrão da média de determinações em triplicata

Na determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante, os valores encontrados foram 9,15mg EAG/100g e 707,7 mg trolox/100g respectivamente. Os valores encontrados nestas análises dependem de diversos fatores como solo, clima, estado da maturação da semente oleaginosa, métodos de extração e preparação de extratos para análises. FETZER et al., (2022) estudou o óleo de cumaru analisando as quantificações de compostos fenólicos e atividade antioxidante por ABTS. + por dois ferentes métodos de extração (*soxhlet* e extração supercrítica) enquanto o presente trabalho analisou o óleo extraído por prensagem mecânica. FETZER et al., (2022) encontrou no óleo extraído por *soxhlet* o seguinte resultado de CFT e AA, respectivamente: 16,69 mg EAG/100g e 85 mg µM trolox/100g. O resultado de CFT encontrado pelo autor comparado ao presente trabalho mostra uma diferença de 7,81 mg EAG/100g, essa diferença de resultado pode ser pressuposta pela diferença de concentração de metanol no preparo do extrato da análise, sendo metanol 80% utilizado por FETZER et al., (2022) e no presente artigo foi utilizado metanol 70% ou dependendo do estado de maturação da semente de onde se extraiu o óleo. Enquanto na análise de Atividade Antioxidante, FETZER et al., (2021) encontrou 29 µM trolox/100g, a diferença de resultados pode ser devido ao método de extração do óleo, onde o autor utilizou extração por *soxhlet* sendo a amostra de óleo submetidas a altas temperaturas por um longo período de tempo podendo, assim, ocasionar a degradação térmica dos antioxidantes no óleo, enquanto no presente artigo a extração do óleo para realização das análises espectrofotométricas realizou-se através prensagem mecânica,

portanto, não sendo extraídas a altas temperaturas e conseqüentemente preservando os compostos antioxidantes.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho sobre o óleo de cumaru apresentou características físicas dentro dos padrões para óleos e apresentou características químicas dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela RDC n° 270 da ANVISA para óleos brutos extraídos a frio, ademais apresentou valores significativos na composição de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Portanto, resultados do estudo em comparação com outros trabalhos encontram-se em congruentes desde seus métodos de extração, características físico-químicas e quantificação de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Desta forma, este trabalho agrega aos estudos científicos sobre o óleo da semente de cumaru, tendo em vista a falta de pesquisas e estudos acadêmicos sobre esse material. Ademais, estudos sobre a composição de ácidos graxos ainda se faz necessária para a agregação de estudos sobre o óleo de cumaru. Sendo assim, com a existência de mais pesquisas científicas sobre o óleo de cumaru (*Dipteryx odorata*) maior valor será dado tanto ao óleo quanto a semente, introduzindo ainda mais sua utilização na indústria de alimentos, cosméticos ou fármacos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Flávio Vieira Martins de. **Compostos fenólicos obtidos da pirólise de resíduos de café**. 2017.

AHMAD, S. R. et al. Fruit-based Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: A Review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 55, n. 11, p. 1503–1513, abr. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.701674>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2012.701674>.

ARAUJO, V. F.; ECHEVERRIA, R. M.; PASTORE, F. J. Sistemas de extração de sementes de Cumaru. **Projeto ITTO PD 31/99 Rev.3 (I) “Produção não-madeireira e desenvolvimento Sustentável na Amazônia”**. Universidade de Brasília, 2014.

CARVALHO, C. S. *Dipteryx odorata*. **Base de Dados Flora do Brasil**. 2019.

CARVALHO, J. O. P. de; CARVALHO, M. S. P. de; BAIMA, A. M. V.; MIRANDA, I. L.; SOARES, M. H. M. **Silvicultura de cinco espécies arbóreas da Amazônia: Indicações de usos de seus produtos madeireiros e não madeireiros**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998.

CARVALHO, P. Cumaru-Ferro-*Dipteryx odorata*. **Embrapa Florestas**. Comunicado técnico, 2009.

COSTA-SINGH T, BITENCOURT TB, JORGE N. Caracterização e compostos bioativos do óleo da castanha-de-cutia (*Couepia edulis*). **Rev Inst AdolfoLutz**. São Paulo, 2012; 71(1):61-8

CHOE, J. et al. Potential Antioxidant and Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory Activity in Crust of Dry-aged Beef. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–8, mai. 2020

DA SILVA, T. K. R. et al. Use of *Cymbopogon citratus* essential oils for preservation of *Fragaria ananassa* after conventional harvesting. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 2, p. 1-11, 2019.

DA SILVA, G. M. et al. Estudo Químico e Antimicrobiano dos Extratos de Sementes e Folhas do Cumaru, *Dipteryx odorata* (Fabaceae). **A Revista Ensaios e Ciências**, [s.l.], v. 25, n. 1, p. 34-38, 2021.

DUFOSSE, M. C. S.; PEREIRA, C. C. P. **Extração de óleos vegetais de frutíferas amazônicas para enriquecimento sensorial e nutricional da manteiga de búfala**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado do Pará, Salvaterra, 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Comunicado Técnico 225: Cumaru-Ferro (*Dipteryx odorata*)**. ISSN 1517-5030 Colombo, PR Julho, 2009.

FERREIRA, E. de S. et al. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 203-

208, 2009

FETZER, D. L. et al. Extraction of cumaru seed oil using compressed propane as solvent. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 169, p. 105123, 2021.

FETZER, D. L. et al. Lipids and coumarin extraction from cumaru seeds (*Dipteryx odorata*) using sequential supercritical CO₂ solvent and pressurized ethanol. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 188, p. 105688, 2022.

GAMBOCORTA, G.; FACCIA, M.; PREVITALI, M. A.; PATI, S.; LA NOTTE, E.; BAIANO, A. Effects of olive maturation and stoning on quality indices and antioxidant content of extra virgin oils (cv. Coratina) during storage. **Journal of food science**, v.75, n.3, p.229-235, 2010.

GARCIA, M. G. **Estudo dos constituintes químicos dos resíduos madeiros de Andira Parviflora, Dipteryx Odorata e Swartzia laevis (Fabaceae)**. 2013. 178f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Amazonas, 2013.

GONZÁLEZ-GÓMEZ, F.; GARCÍA-RUBIO, M. A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, J. Beyond the public–private controversy in urban water management in Spain. **Utilities Policy**, v. 31, p. 1-9, 2014.

GUTTERIDGE, John MC; HALLIWELL, Barry. Antioxidants: molecules, medicines, and myths. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 393, n. 4, p. 561-564, 2010

HITZ, D.; BARBOSA, M.; NEZELLO, M. D. C.; MAZUR, C. E. Ação dos compostos fenólicos na aterosclerose: uma revisão. **Visão Acadêmica**, v. 19, n. 1, 18 maio 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

IQBAL, S.; BHANGER, M. I. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 1, p. 246-254, 2007.

KING A, YOUNG G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **J AmDiet Assoc** 1999; 50 (2):213-8.

LAWSON, H. **Food oils and fats: technology, utilization and nutrition**. New York: Chapman & Hall, 1995.

LORENZI, H. Árvores brasileiras. **In: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Atividade antioxidante do extrato de sementes de limão (*Citrus limon*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 946–949, 2009.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do cerrado brasileiro**. 2012. 234 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,

Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100896>>.

MELO, E.A.; GUERRA, N.B. **Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos**. Bol. SBCTA. Campinas: v.36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução n° 04 de 24/11/1988**. Brasil, 1988.

MORETTO, E.; FETT, R. **Óleos e gorduras vegetais (Processamento e análises)**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1986.

NACZK, M. et al. Current research developments on poly phenolics of rapeseed/canola: a review. **Food Chemistry**, v. 62, n. 4, p. 489-502, 1998.

NACZK M, SHAHIDI F. Extraction and analysis of phenolics in food. **J Chromatogr A** 2004;1054 (1/2): 95-111.

JORGE, N. **Química e Tecnologia de Óleos Vegetais**. São Paulo. 2009.

OHANA, D.T.; **Anatomia de sementes e plântulas de dipteryx odorata (Aubl.) Will. (Fabacea), como contribuição ao estudo farmacognóstico de plantas da região amazônica Instituto de Pesquisas da Amazônia – INPA / Unversidade do Amazonas –UA; Manaus, 1998.**

PELEG H, BONDINE KK, Noble AC. The influence of acid on adstringency of alum andphenolic compounds. **Chem Senses** 1998; 23 (3): 371-8.

PESCE, Celestino et al. **Oleaginosas da Amazônia**. MCT/MPEG, 2009.

PINTO, A. M.; MORELLATO, L. P. C.; BARBOSA, A. P. **Fenologia reprodutiva de Dipteryx odorata (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central**. Acta amazônica, [S.l.], p. 643-649, 2008. Disponível em: <http://www.scelo.br/pdf/aa/v38n4/v38n4a06>.

PRATA, G. G. B. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte**. 96 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

RAMADAN, Mohamed Fawzy. Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): an overview. **International journal of food science & technology**, v. 42, n. 10, p. 1208-1218, 2007.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n. 4, p.755-760, 2006.

RAMARATHNAM N., et al. The contribution of plant food antioxidants to humans health. **Trends Food Sci Nutr** 1995; 6 (3): 75-82.

RIBEIRO, J. S. et al. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. **Meat Science**, v. 148, p. 181–188, fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.016>.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976.

RUBERTO, G.; BARATTA, M. T.; **Food Chem**. 2000a

RUFINO, M. S. M.; et al. **Determinação da Atividade Total em Frutas Pela Captura do Radical Livre ABTS**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 4p. Comunicado Técnico,128). 2007a.

SANTOS, H. S.; CRUZ, W. M. S. A terapia nutricional com vitaminas o tratamento quimioterápico oncológico. **Rev. Brasileira de Cancerologia**, v. 47, n. 3, p. 303–308, 2001.

SARQUIS, I. R. Et al., Carapa guianensis Aubl. (Meliaceae) oil associated with silk fibroin,as alternative to traditional surfactants, and active against larvae of the vector Aedes aegypti. **Industrial Crops & Products**, 157, 112931.

SHAHIDI F, NACZK M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. **Lancaster: Technomic**; 1995.

SHAHID et al. Phenolic antioxidants. **Crit Rev Food Sci Nutr**.1992; 32 (1): 67-103.

SHAHEEN, M. S. et al. Evaluation of 13 Chitosan/Fructose Model as an Antioxidant and Antimicrobial Agent for Shelf Life Extension of Beef Meat During Freezing. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 66, n. 4, p. 295–302, 2016.

SILVA, S. **Árvores da Amazônia**. São Paulo: Empresa das Artes. 2006

SILVA, B. J. M.; HAGE, A. A. P.; SILVA, E. O. & RODRIGUES, A. P. D. (2018). Medicinal plants from the Brazilian Amazonian region and their antileishmanial activity: a review. **Journal of Integrative Medicine**, 16, 211-222.

SIMÃO, A.M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. São Paulo: Nobel, 1985.

SINGLETON V. L.; ORTOFHER, R.; LAMUELA, R.M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin - Ciocalteu Reagent. **Meth Enzymology**. 299:152-78. 1999.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A.; SOUZA, M. R. de **Madeiras tropicais brasileiras**. 2 ed. Brasília: IBAMA, 2002.

TÖRRÖNEN, R. et al. Fortification of blackcurrant juice with crowberry: Impact on polyphenol composition, urinary phenolic metabolites, and postprandial glycemic response in healthy subjects. **Journal of Functional Foods**, v. 4, n. 4, p. 746-756, 2012.

SZYDOWSKA-CZERNIAK A.; AMARO R; SZYK E. Antioxidant capacity of rapeseed meal and rapeseed oils enriched with meal extract. **European J lipid Sci Tech** 112: 750-760. 2010.

VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of functional foods**, v. 52, p. 243-257, 2019.

VILHENA, A. E. G.; et al. Caracterização físico-química do óleo de castanha do Pará extraído por prensagem hidráulica. **Braz. Ap. Sci. Rev.** Curitiba, v. 4, n. 3, p. 859-865 mai/jun.2020

YANAI, A. E. **Patentes de produtos naturais amazônicos: análise de impacto da inovação tecnológica mundial**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal do São Carlos, São Carlos, 2012.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A.A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of Rumex crispus L. extracts. **J. Agric. Food Chemistry**. 2002.

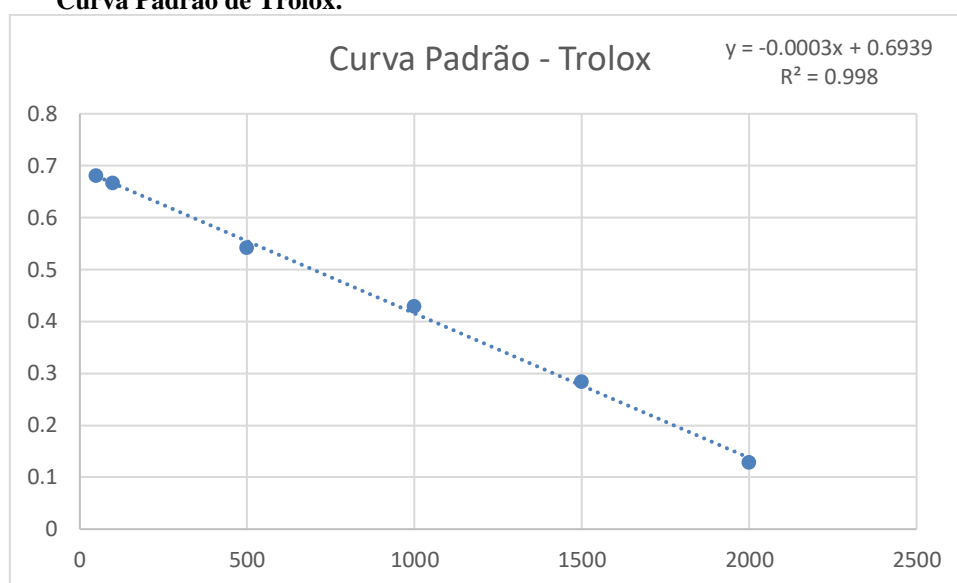
ZAMBRANO, Freddy et al. Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) oriundo das cercas vivas de Manabí Equador. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, n. 1, p. 55-70, 2015. hicago: v.49, p. 4083- 4089, 2001.

ZAU et al. Propriedades químicas, físicas e mecânicas de painéis aglomerados produzidos com resíduo de madeira amazônica - Cumaru (*Dipteryx Odorata*) - e adesivo poliuretânico à base de óleo de mamona. **Polímeros** vol.24 no.6 São Carlos Nov/Dez. 2014.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 5165-5170, 2001.

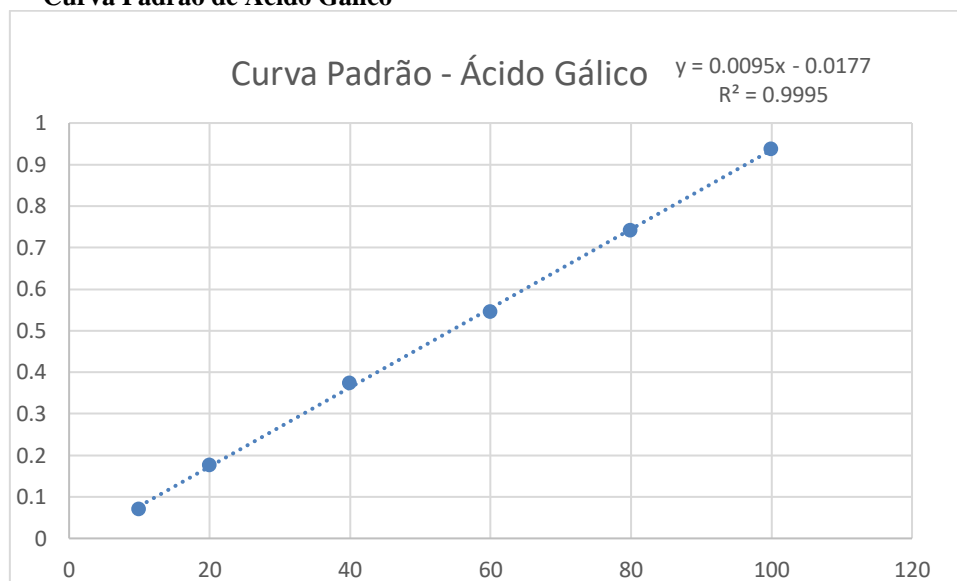
8. APÊNDICE

Curva Padrão de Trolox.



Fonte: Autor.

Curva Padrão de Ácido Gálico



Fonte: Autor

