



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA

RAPHAELA SANTOS DE CASTRO

**FORMULAÇÃO DE HIDRATANTE COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE E
CICATRIZANTE, INCORPORADO COM ÓLEO VEGETAL DE CASTANHA-DO-
BRASIL (*Bertholletia excelsa*) E MANTEIGA DE BACURI (*Platonia insignis*)**

BELÉM
2025

RAPHAELA SANTOS DE CASTRO

**FORMULAÇÃO DE HIDRATANTE COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE E
CICATRIZANTE, INCORPORADO COM ÓLEO VEGETAL DE CASTANHA-DO-
BRASIL (*Bertholletia excelsa*) E MANTEIGA DE BACURI (*Platonia insignis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química, do Instituto de Tecnologia, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Dr. Davi do Socorro Barros Brasil.

BELÉM
2025

RAPHAELA SANTOS DE CASTRO

**FORMULAÇÃO DE HIDRATANTE COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE E
CICATRIZANTE, INCORPORADO COM ÓLEO VEGETAL DE CASTANHA-DO-
BRASIL (*Bertholletia excelsa*) E MANTEIGA DE BACURI (*Platonia insignis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Química, do Instituto
de Tecnologia, da Universidade Federal do
Pará, como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Química.

Data da aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Dr. Davi do Socorro Barros Brasil
Universidade Federal do Pará
Instituto de Tecnologia

Dra. Marlice Cruz Martelli
Universidade Federal do Pará
Instituto de Tecnologia

Ma. Nayara Maria Monteiro da Silva
Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências da Saúde

Dedico este trabalho a Deus, por ser minha fonte de força e sabedoria, e à minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte de vida e sabedoria, por me conceder a oportunidade de trilhar esse caminho e nunca desistir de mim, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha família, minha base, expresso minha mais profunda gratidão. O amor, o apoio incondicional e os ensinamentos que recebi de vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Minha mãe, **Regina**, que sempre me incentivou, acreditou em mim e fez de tudo para me guiar pelo caminho certo, me ensinando o valor da perseverança e da honestidade. Ao meu pai, **Nonato**, que desde sempre me mostrou a importância da educação e do esforço, transmitindo-me o desejo de crescer e aprender. Sem vocês, este trabalho não seria possível. Vocês me ensinaram a amar o conhecimento e a acreditar nos meus sonhos.

Ao meu irmão, **Rodrigo**, que teve um papel essencial na minha jornada. Além de proporcionar momentos de alegria e descontração, foi a pessoa que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis, oferecendo apoio, compreensão e amizade incondicional.

Ao meu namorado e parceiro de curso, **Alex**, que tornou essa caminhada acadêmica mais leve e especial. Agradeço pelos inúmeros trabalhos que realizamos juntos, pelas risadas que dividimos, pelo apoio nos momentos de dificuldades, pelas provas desafiadoras em que senti que você estava lá comigo, sempre disposto a ajudar e compartilhar essa jornada.

Aos meus amigos que fiz ao longo do curso e fora dele, cada um deixando uma marca especial na minha trajetória. Alguns estiveram comigo desde o início, compartilhando sonhos e desafios, enquanto outros chegaram mais tarde, mas foram igualmente essenciais. A amizade e o companheirismo de vocês tornaram essa caminhada mais leve.

Ao meu orientador, **Davi Brasil**, que desde 2021 aceitou a missão de orientar e guiar nesse percurso acadêmico. Agradeço pela paciência, pela confiança no meu potencial e por me proporcionar a oportunidade de trabalhar com algo que amo. Sua orientação e ensinamentos foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para meu crescimento profissional e pessoal.

A cada um de vocês, deixo minha mais sincera gratidão. Muito obrigada!

RESUMO

A crescente demanda por compostos bioativos naturais reflete o interesse das indústrias cosmética e alimentícia por matérias-primas sustentáveis e ricas em nutrientes. Diante desse cenário, a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) e o bacuri (*Platonia insignis*) se destacam como fontes promissoras de compostos bioativos para o desenvolvimento de novos produtos com benefícios à saúde. Analisando a relevância do material, este estudo tem como objetivo caracterizar química e fisicamente o óleo de castanha-do-Brasil e manteiga de bacuri, aplicando-os como componentes de hidratante vegano. Portanto, neste estudo foram realizadas as caracterizações físico-químicas dos lipídios extraídos dessas matérias, onde o pH foi de 5,12 e 5,47 para o óleo de castanha-do-Brasil e manteiga de bacuri, respectivamente, os índices de acidez foram 2,23 mg KOH/g e 14,67 mg KOH/g para cada gordura, o índice de peróxido encontrado foi de 0,59 meq/Kg e 0,30 meq/Kg, a saponificação foi de 191,36 mg KOH/g e 195,77 mg KOH/g, para o índice de iodo obteve-se valores de 100,86 g I₂/100g e 39,07 g I₂/100g, a viscosidade foi de 76,15 mPa·s e 13,43 mPa·s e a densidade, realizada somente para o óleo, foi de 0,94 g/cm³. Pela cromatografia gasosa destaca-se a quantidade de ácidos graxos insaturados para o óleo de castanha-do-Brasil, com destaque para os ácidos oleico e linoleico, já para a manteiga há a maior presença de ácidos graxos saturados, principalmente o palmítico. Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade também foram calculados a partir da cromatografia e obteve-se valores de 0,20 e 1,28 para aterogenicidade do óleo e da manteiga, respectivamente e 0,4 e 2,56 para trombogenicidade. Os estudos de RMN confirmaram a estrutura e composição cromatográfica. Por fim, foi determinada a atividade antioxidante dos lipídios, de modo que o óleo de castanha-do-Brasil apresentou um resultado de 791,86 μM/Trolox e a manteiga de bacuri de 1.992,11 μM/Trolox. Após essas caracterizações, foi formulado o creme hidratante utilizando essas gorduras e caracterizado o produto. Para as análises físico-químicas, o creme obteve um pH de 6,16, uma viscosidade de 806,76 mPa·s e uma densidade de 0,988 g/cm³. Em relação a estabilidade, o produto mostrou-se estável durante os testes de centrifugação a diferentes rotações e o mesmo se pode dizer em relação ao estresse térmico e congelamento e descongelamento. Ao final, foi determinado o potencial antioxidante do creme, que foi de 925,63 μM/Trolox comprovando a eficácia do produto e da incorporação das matérias-primas.

Palavras-chave: Óleo de castanha-do-Brasil, Manteiga de bacuri, Creme hidratante

ABSTRACT

The growing demand for natural bioactive compounds reflects the interest of the cosmetic and food industries in sustainable, nutrient-rich raw materials. In this context, Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) and bacuri (*Platonia insignis*) stand out as promising sources of bioactive compounds for the development of new products with health benefits. Analyzing the relevance of these materials, this study aims to chemically and physically characterize Brazil nut oil and bacuri butter, applying them as components in a vegan moisturizer. Therefore, the physical-chemical characterization of the lipids extracted from these materials was carried out, where the pH was 5.12 and 5.47 for Brazil nut oil and bacuri butter, respectively; acidity indexes were 2.23 mg KOH/g and 14.67 mg KOH/g for each fat; peroxide index was 0.59 meq/Kg and 0.30 meq/Kg; saponification was 191.36 mg KOH/g and 195.77 mg KOH/g; iodine index was 100.86 g I₂/100g and 39.07 g I₂/100g; viscosity was 76.15 mPa·s and 13.43 mPa·s; and density, measured only for the oil, was 0.94 g/cm³. Gas chromatography highlighted the amount of unsaturated fatty acids in Brazil nut oil, with emphasis on oleic and linoleic acids, while bacuri butter showed a higher presence of saturated fatty acids, mainly palmitic acid. Atherogenicity and thrombogenicity indexes were also calculated from chromatography, yielding values of 0.20 and 1.28 for atherogenicity of the oil and butter, respectively, and 0.4 and 2.56 for thrombogenicity. NMR studies confirmed the structure and chromatographic composition. Finally, the antioxidant activity of the lipids was determined, with Brazil nut oil showing a result of 791.86 μM/Trolox and bacuri butter 1,992.11 μM/Trolox. After these characterizations, a moisturizer cream was formulated using these fats and the product was characterized. The physical-chemical analysis of the cream showed a pH of 6.16, viscosity of 806.76 mPa·s, and density of 0.988 g/cm³. In terms of stability, the product proved stable during centrifugation tests at different speeds, as well as under thermal stress and freeze-thaw cycles. Finally, the antioxidant potential of the cream was determined to be 925.63 μM/Trolox, confirming the effectiveness of the product and the incorporation of the raw materials.

Keywords: Brazil nut oil, Bacuri butter, Moisturizing cream

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ouriço e sementes de castanha-do-Brasil.....	14
Figura 2 - Fruto do bacuri.....	16
Figura 3 - Representação ilustrativa das camadas da epiderme	18
Figura 4 - Representação ilustrativa das camadas da pele.....	19
Figura 5 - Fluxograma do processo.....	21
Figura 6 - Estufa de circulação de ar.....	22
Figura 7 - Moinho de facas.....	22
Figura 8 - Prensa hidráulica manual.....	23
Figura 9 - Filtração a vácuo do óleo de castanha-do-Brasil.....	23
Figura 10 - Viscosímetro HAAKE 550.	26
Figura 11 - Picnômetro.....	26
Figura 12 - Fluxograma do processo de produção do creme hidratante.....	29
Figura 13 - Extração do óleo de castanha-do-Brasil (a) e óleo após extração (b).....	31
Figura 14 - Extração da manteiga de bacuri (a) e manteiga após extração (b).....	32
Figura 15 - Espectro ¹ H do óleo de castanha-do-Brasil.....	41
Figura 16 - Sinal b do espectro ¹ H do óleo de castanha-do-Brasil.....	42
Figura 17 - Espectro ¹³ C do óleo de castanha-do-Brasil	42
Figura 18 - Espectro ¹ H da manteiga de bacuri.....	46
Figura 19 - Espectro ¹³ C da manteiga de bacuri.....	46
Figura 20 - Produção do creme hidratante.....	48
Figura 21 - Cremes hidratantes acondicionados.....	49
Figura 22 - Teste de centrifugação em diferentes rotações	50
Figura 23 - Análise de estresse térmico com variação de temperatura (a) e avaliação da estabilidade após análise (b).....	52
Figura 24 - Amostra de hidratante em temperatura ambiente (a) e amostra de hidratante após 24h à -5°C (b).....	52
Figura 25 - Amostra de hidratante após 24h à 40°C.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação do creme hidratante. _____	28
Tabela 2 - Caracterização físico-química do óleo de castanha-do-Brasil_____	34
Tabela 3 - Caracterização físico-química da manteiga de bacuri_____	35
Tabela 4 - Composição de ácidos graxos nas amostras _____	39
Tabela 5 - Índices de Aterogenicidade e Trombogenicidade do óleo de castanha-do-Brasil_	40
Tabela 6 - Índices de Aterogenicidade e Trombogenicidade da manteiga de bacuri _____	40
Tabela 7 - Dados de RMN ¹ H_____	43
Tabela 8 - Dados de RMN ¹³ C _____	44
Tabela 9 - Atividade antioxidante _____	47
Tabela 10 - Análises físico-química do creme hidratante _____	49
Tabela 11- Teste de centrifugação _____	50
Tabela 12 - Estresse térmico_____	51
Tabela 13 - Atividade antioxidante do creme hidratante _____	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Castanha-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>).....	14
2.2 Óleo de castanha-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>).....	15
2.3 Bacuri (<i>Platonia insignis</i> Mart.)	16
2.4 Manteiga de Bacuri (<i>Platonia insignis</i> Mart.).....	17
2.5 Pele.....	18
2.6 Creme hidratante.....	20
2.7 Classificação de cosméticos.....	20
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Fluxograma	20
3.2 Tratamento das matérias-primas.....	22
3.3 Extração do óleo de castanha-do-Brasil	22
3.4 Extração da manteiga de bacuri.....	23
3.5 Caracterização das gorduras.....	24
3.5.1 Índice de acidez	24
3.5.2 Potencial hidrogeniônico (pH).....	24
3.5.3 Índice de Saponificação.....	24
3.5.4 Índice de peróxido	25
3.5.5 Índice de iodo	25
3.5.6 Viscosidade.....	25
3.5.7 Densidade	26
3.5.8 Composição de ácidos graxos.....	27
3.5.9 Índice de aterogenicidade (AI) e índice de trombogenicidade (TI).....	27
3.5.10 Ressonância Magnética Nuclear (RMN).....	28
3.5.11 Atividade Antioxidante.....	28

3.6	Formulação do creme hidratante.....	28
3.7	Caracterização do creme hidratante.....	29
3.7.1	Caracterização físico-química	29
3.7.1.1	Potencial hidrogeniônico (pH).....	29
3.7.1.2	Viscosidade.....	30
3.7.1.3	Densidade	30
3.7.2	Análise de estabilidade	30
3.7.2.1	Teste de centrifugação.....	30
3.7.2.2	Estresse térmico.....	30
3.7.2.3	Ciclo de congelamento e descongelamento.....	30
3.7.3	Atividade antioxidante.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Extração do óleo de castanha-do-Brasil	31
4.2	Extração da manteiga de bacuri.....	31
4.3	Caracterização das gorduras.....	33
4.3.1	Caracterização das gorduras	33
4.3.2	Composição em ácidos graxos	39
4.3.3	Índice de aterogenicidade (AI) e Índice de trombogenicidade (TI)	40
4.3.4	Ressonância Magnética Nuclear.....	41
4.3.5	Atividade Antioxidante.....	47
4.4	Formulação do creme hidratante.....	48
4.5	Caracterização do creme hidratante.....	49
4.5.1	Caracterização físico-química	49
4.5.2	Testes de estabilidade	50
4.5.2.1	Potencial hidrogeniônico (pH).....	50
4.5.2.2	Estresse térmico.....	51
4.5.2.3	Congelamento e descongelamento	52

4.5.3 Atividade antioxidante.....	53
5 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A busca por fontes naturais de compostos bioativos tem crescido significativamente nos últimos anos, impulsionada pelo crescente interesse da indústria cosmética e alimentícia na utilização de matérias-primas sustentáveis e de alto valor nutricional. Segundo Silva (2018), há um interesse crescente na exploração de ingredientes de origem natural, especialmente aqueles ricos em compostos bioativos, como os polifenóis. Embora suas propriedades ainda não tenham sido suficientemente estudadas, esses compostos apresentam grande potencial para aplicações funcionais e terapêuticas. Nesse contexto, a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), também conhecida como castanha-do-Pará na região norte, e o bacuri (*Platonia insignis*) têm se destacado como fontes promissoras de compostos benéficos à saúde e à indústria.

A castanha-do-Brasil é amplamente utilizada em diversos setores e é altamente valorizada devido ao seu elevado teor de proteínas, ácidos graxos essenciais e antioxidantes, os quais proporcionam benefícios nutricionais e funcionais para a saúde. Devido à quantidade significativa de selênio presente, a castanha é associada a dietas que auxiliam na prevenção do envelhecimento (Corandin, Camilo, Vieira, 2022; Cavalcante, 2010; Silva, 2018). Além de seu alto valor nutricional, essa oleaginosa também se destaca pelo seu potencial econômico, sendo amplamente explorada na indústria alimentícia e cosmética (Corandin, Camilo, Vieira, 2022; Chunhieng *et al.*, 2007).

O bacuri, por sua vez, se apresenta como uma rica fonte de compostos antioxidantes e é amplamente utilizado na medicina devido à sua atividade anti-inflamatória e cicatrizante (Mendes *et al.*, 2015; Lustosa *et al.*, 2020). As sementes de bacuri têm também relevância alimentícia, pois são ricas em óleo, e seu subproduto, o farelo, contém 16% de proteína (Pesce, 2009).

Ambas as matérias-primas são predominantes na região amazônica e de suas fontes é possível extrair frações lipídicas ricas em nutrientes essenciais. Além disso, essas gorduras extraídas oferecem grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos, aproveitando suas qualidades funcionais e benefícios para diversas aplicações (Santos, 2014).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um creme hidratante utilizando óleo de castanha-do-Brasil e manteiga das sementes de bacuri, visando incorporar as propriedades dessas matérias primas no produto final.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*)

A castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) é proveniente da castanheira, uma árvore da família *Lecithydaceae* que pode chegar até 50 metros de altura. É encontrada por toda região amazônica brasileira, incluindo todos os estados da região norte e parte da região centro-oeste, além de englobar outros países. Devido as suas características nutricionais, é considerada uma das mais importantes oleaginosas da região (Carvalho, *et al.*, 2022; Michalak; Kieltyla-Dadasiewicz, 2019).

O fruto da castanheira, conhecido como ouriço (Figura 1), possui formato semelhante ao de um coco e pode pesar até 5 kg. Em seu interior, é possível encontrar de 8 a 24 sementes, com dimensões médias de aproximadamente 2 cm de largura por 5 cm de comprimento. Dentro dessas sementes encontra-se a castanha-do-Brasil, que apresenta alto valor nutricional, por ser rica em lipídios, carboidratos, proteínas e fibras — características que a tornam um alimento de elevado valor energético. (Freitas, *et al.*, 2021a). Pode-se falar que pelo fato da castanha-do-Brasil ser rica em selênio, zinco, cobre e magnésio, ela apresenta grandes benefícios à saúde humana, oferecendo efeitos antioxidantes e atividade anti-inflamatória (Godos, *et al.*, 2022; Cardoso, *et al.*, 2017).

Figura 1 - Ouriço e sementes de castanha-do-Brasil.



Fonte: Corandin; Camilo; Vieira; 2022.

A torta da castanha contém cerca de 5% de óleo e é composta por glicose, frutose e sacarose. Além disso, apresenta uma grande quantidade de proteínas, incluindo a histidina, essencial para recém-nascidos, e os oito aminoácidos essenciais para a saúde humana: fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. Por essas características, foi considerada no início do século XX como uma “carne vegetal” (Nascimento; Carvalho, 2022).

Do processo de descascamento das castanhas frescas, obtém-se um extrato aquoso, comumente chamado de “leite” devido ao seu aspecto esbranquiçado e viscoso. Esse produto é rico em proteínas, de modo que é bastante utilizado como ingrediente em alimentos, sendo inclusive um substituto para o leite de vaca e soja, portanto, uma excelente alternativa para pessoas que necessitam de uma alta quantidade de energia ou são intolerantes a lactose (Kluczkovski; Martins, 2016).

A castanha é responsável por um grande mercado, pois sabe-se que é comercializada em todo território nacional e exportada para diversos países, principalmente Estados Unidos e Inglaterra (Bitencourt, 2020; Maria; Ludki, 2017).

Em relação ao Brasil, durante o ano de 2022 segundo ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Brasil produziu 38.169 toneladas e, dessa quantidade, 23,0% aproximadamente foram produzidos no estado do Pará. Entretanto, o maior produtor do Brasil é o estado do Amazonas, com cerca de 37,4% da produção nacional.

Ademais, esse fruto apresenta diversas aplicações, desde seu óleo que é utilizado nas indústrias cosméticas e dermacêuticas devido a ação emoliente e nutritiva. Além do resíduo gerado a partir do processo de extração, o qual pode ser incorporado em alimentos devido aos seus altos nutrientes, o seu ouriço também pode ser aplicado em artesanatos. (Balbi, *et al.*, 2014).

2.2 Óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*)

O óleo de castanha-do-Brasil representa cerca de 61% da massa total das sementes e é rico em ácidos graxos, tendo o ácido linoleico como principal componente (Moretto; Feet, 1998; Vilhena *et al.*, 2020). Além disso, apresenta uma composição lipídica destacada, contendo aproximadamente 15% de gorduras saturadas, o que a coloca entre as nozes com maior teor desse tipo de gordura, superando até mesmo a macadâmia. Cerca de 25% de sua gordura é monoinsaturada, composta principalmente por ácido oleico, enquanto 21% é poli-insaturada. Dentre essas gorduras poli-insaturadas, aproximadamente 7% correspondem ao ácido α -linolênico, pertencente à família do ômega-3, essencial para a saúde cardiovascular (Yang, 2009).

O óleo da castanha-do-Brasil também é fonte de diversos nutrientes essenciais, incluindo ômega-6, ômega-9, vitaminas A e E, cálcio, ferro, zinco, potássio e selênio, que desempenham papéis fundamentais na manutenção da saúde e em tratamentos diversos. Por esse motivo, ele é considerado benéfico para o organismo humano, sendo até mesmo utilizado no tratamento de câncer (Silva *et al.*, 2021).

Devido à presença de fitosteróis em sua composição, o óleo da amêndoa da castanha-do-Brasil é amplamente empregado em processos de cicatrização. A indústria cosmética tem incorporado esse óleo em formulações para produtos voltados à derme, com o objetivo de retardar o envelhecimento precoce e aumentar a hidratação (Freitas *et al.*, 2021a). Além disso, devido à sua relevância nas indústrias cosmética e farmacêutica, o óleo é frequentemente utilizado como agente emulsificante em cremes e outros produtos cosméticos (Callegari; Crem; Andrade, 2006 apud Freitas *et al.*, 2021b).

2.3 Bacuri (*Platonia insignis* Mart.)

O bacuri (*Platonia insignis* Mart.) é um fruto típico da região norte do Brasil, com tamanho variando entre 7 cm e 15 cm de diâmetro (Figura 2). Sua casca externa (epicarpo) tem cerca de 2 cm de espessura e corresponde, em média, a 70% do peso total do fruto. As sementes representam de 10% a 26%, enquanto a polpa comestível pode chegar a até 18% do peso total (Rocha; Silva; Rodrigues, 2024; Medina; Ferreira, 2004).

Figura 2 - Fruto do bacuri



Fonte: Corandin; Camilo; Vieira; 2022.

Sua polpa apresenta alto valor comercial, quando comparada com outras frutas tropicais da região amazônica, fato que se deve, provavelmente, a pouca produção devido ao seu tempo de germinação longo – entre 8 e 10 anos – e desigual. Ainda assim, muito procurada pela população local para consumo, devido ao seu sabor e aroma peculiar (Carvalho; Müller; Leão, 1998; Carvalho; Nascimento, 2018; Nascimento; Carvalho, 2007).

Segundo o censo do IBGE de 2017, o estado do Pará foi responsável por 1.483 toneladas da extração de bacuri, representando cerca de 81,17% da produção nacional. O Maranhão ficou em segundo lugar, com 243 toneladas (13,30%). A comercialização do bacuri é considerada uma boa alternativa para aliar o desenvolvimento sustentável à preservação da vegetação. Essa prática valoriza os recursos naturais locais, incentiva o manejo sustentável das áreas de cultivo

e promove a geração de renda para pequenos e médios agricultores, contribuindo para a conservação da espécie (Maia, *et al.*, 2016; Matos, 2009).

O fruto do bacuri possui, quimicamente, alto teor de água, além de lipídios, proteínas e cinzas. Contém uma polpa mucilaginosa, agridoce e agradável, que é muito utilizada para produção local de sorvetes, cremes e geleias (Teixeira, *et al.*, 2019; Uekane, *et al.*, 2017). Quimicamente, a polpa destaca-se por sua elevada riqueza nutricional, apresentando atividade antioxidante e compostos bioativos como vitamina C, polifenóis e flavonoides. Além disso, contém ácidos graxos, principalmente oleico e palmítico, e é fonte de minerais essenciais, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, ferro, zinco e cobre (Rogez *et al.*, 2004).

A casca do fruto possui sabor e odor similares aos da polpa, contendo cerca de 78% de água em sua composição. Além disso, apresenta resinas, proteínas, pectina, açúcares e minerais. Dentre esses componentes, destaca-se a pectina como o principal constituinte, além de ácidos graxos livres. Ademais, a casca contém óleos essenciais, sendo os principais o linalol, o terpineol e o citrato de trimetila (Melo *et al.*, 2024).

A semente do bacuri também possui grande potencial econômico e farmacêutico. Pesce (2009) relata que as sementes secas contêm 72% de gordura, mas devido à dificuldade de extração e filtração, a manteiga de bacuri é vendida por preços inferiores ao seu real valor. Essa contradição existe porque a manteiga é rica em propriedades antioxidantes e nutritivas, sendo amplamente utilizada na indústria cosmética e farmacêutica (Rocha; Silva; Rodrigues, 2024).

2.4 Manteiga de Bacuri (*Platonia insignis* Mart.)

A manteiga de bacuri, extraída das sementes do fruto, possui diversas propriedades biológicas e é amplamente utilizada para tratamentos dermatológicos, alívio de dores de ouvido, artrite e no tratamento de picadas de insetos, aranhas e cobras. Essa aplicação se deve ao seu potencial cicatrizante e anti-inflamatório, além de ser rica em atividade antioxidante, o que a torna altamente atrativa para as indústrias (Teodoro, *et al.*, 2024).

Além disso, as sementes de bacuri são ricas em ácidos graxos, triacilgliceróis e xantonas, compostos que apresentam propriedades antiparasitárias, antiepilépticas e cicatrizantes, de modo que a decocção dessas sementes é tradicionalmente usada no tratamento de doenças como diarreia e inflamações cutâneas (Costa Junior, *et al.*, 2011; Cavalcante, *et al.*, 2020).

A tripalmitina, que compõe cerca de 50% dos ácidos graxos presentes na manteiga de bacuri, é responsável por sua alta permeabilidade na pele. Já o ácido oleico confere propriedades emolientes e umidificantes, ampliando o potencial de aplicação cosmética e dermatológica do produto (Bentes *et al.*, 1986; Ribeiro *et al.*, 2021).

Estudos como o de Mendes, *et al.* (2015) demonstraram a eficácia do uso da gordura do bacuri em processos de cicatrização. Em um experimento com dois grupos de ratos, um foi tratado com soro fisiológico e o outro com creme incorporado com gordura extraída das sementes do bacuri. Os resultados mostraram uma melhora significativa na pele dos animais tratados com a gordura, evidenciando o seu potencial farmacêutico.

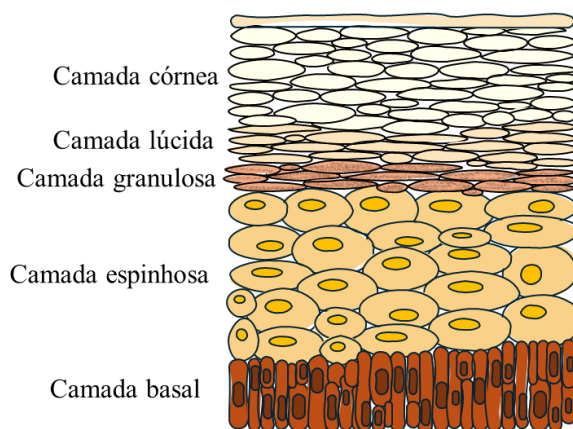
Já o trabalho desenvolvido por Lustosa *et al.* (2020) avaliou o potencial anti-inflamatório da manteiga de bacuri por meio de uma formulação tópica. Em testes realizados com ratos, observou-se uma redução significativa de edemas na pele dos animais tratados, confirmando a eficácia anti-inflamatória da espécie.

2.5 Pele

A pele, o maior órgão do corpo humano, é composta por três camadas principais: epiderme, derme e hipoderme. Sua principal função é proteger as estruturas internas do corpo, funcionando como uma barreira contra agentes externos e traumas (Bernardo; Santos; Silva, 2019).

A camada mais externa da pele, a epiderme (Figura 3), é composta por células epiteliais achatadas organizadas em diferentes camadas, cuja principal função é oferecer proteção contra agentes externos, regular a permeabilidade e conservar a hidratação da pele. A epiderme é subdividida em cinco camadas, organizadas da mais superficial para a mais profunda: córnea, lúcida, granulosa, espinhosa e basal (Domansky; Borges, 2012).

Figura 3 - Representação ilustrativa das camadas da epiderme



Fonte: Adaptado de Bernardo; Santos; Silva, 2019

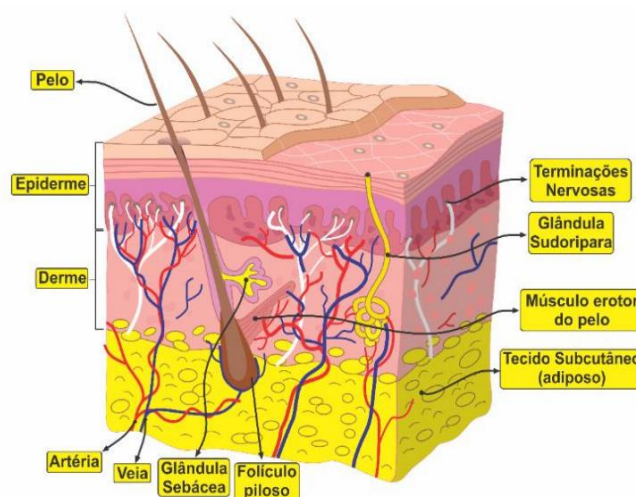
As glândulas sudoríparas, localizadas na epiderme, desempenham um papel importante na regulação da temperatura corporal e na excreção de substâncias. Além disso, nessa camada é produzido o pigmento melanina, responsável por proteger a pele contra os raios ultravioleta.

A epiderme também é fundamental na formação da vitamina D3, que ocorre sob a ação da radiação solar (Junqueira; Carneiro, 2013).

A derme, segunda camada da pele, é rica em colágeno e elastina, substâncias que garantem resistência, elasticidade e firmeza. Ela se divide em duas regiões distintas: a papilar, mais superficial, e a reticular, mais profunda. A região papilar, composta por tecido conjuntivo frouxo, contém fibroblastos, pequenos vasos sanguíneos, fibras nervosas e capilares linfáticos. Já a região reticular, formada por tecido conjuntivo denso, é caracterizada por fibras colagenosas, elastina, folículos pilosos, vasos linfáticos e sanguíneos, além de terminações nervosas. Juntas, essas estruturas asseguram o fornecimento de oxigênio e nutrientes, além de promover a sustentação da epiderme e a integração entre as camadas da pele (Tassinari, 2019).

A última camada da pele, a hipoderme (Figura 4), é composta por adipócitos, células especializadas no armazenamento de gordura. Suas principais funções incluem o armazenamento de energia, a proteção contra impactos, a regulação térmica e a modelagem do contorno corporal, conferindo suporte e estrutura às camadas superiores da pele (Canteiro; Weckerlin, 2022; Borges; Scorza, 2016).

Figura 4 - Representação ilustrativa das camadas da pele



Fonte: Silva *et al.* (2024)

No início do século XX, a cosmetóloga Helena Rubinstein (1900) classificou a pele em quatro tipos: seca, oleosa, mista e sensível. Essa classificação predominou por décadas. No entanto, a Doutora Leslie Baumann (2009) em um estudo propôs um sistema mais abrangente, baseado em quatro parâmetros dicotômicos que caracterizam a pele: seca ou oleosa, sensível ou resistente, pigmentada ou não pigmentada, e enrugada ou não enrugada. Esse sistema ampliou a classificação para 16 tipos de pele, oferecendo uma abordagem mais detalhada e

científica. Essa evolução é fundamental para pesquisas contemporâneas no desenvolvimento de produtos.

2.6 Creme hidratante

Cremes hidratantes são emulsões desenvolvidas para promover a hidratação da pele, ajudando a manter sua aparência saudável e funcionalidade. Eles atuam reduzindo a perda de água por meio de componentes como umectantes e emolientes. Amplamente utilizados em casos de ressecamento, esses produtos não apenas aliviam o desconforto causado pela sensação de pele seca, mas também fornecem proteção contra mudanças climáticas (Matos, 2019).

2.7 Classificação de cosméticos

A Resolução RDC Nº 752, de 19 de setembro de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece a classificação dos cosméticos em dois tipos: produtos Grau 1 e Grau 2.

Os cosméticos de Grau 1 são aqueles que possuem propriedades básicas, cuja comprovação não é obrigatória. Suas características estão diretamente relacionadas à composição do produto, sem necessidade de demonstração de eficácia ou segurança específica. Esses produtos geralmente possuem um uso mais simples e previsível, como sabonetes, shampoos e cremes hidratantes sem alegações funcionais específicas.

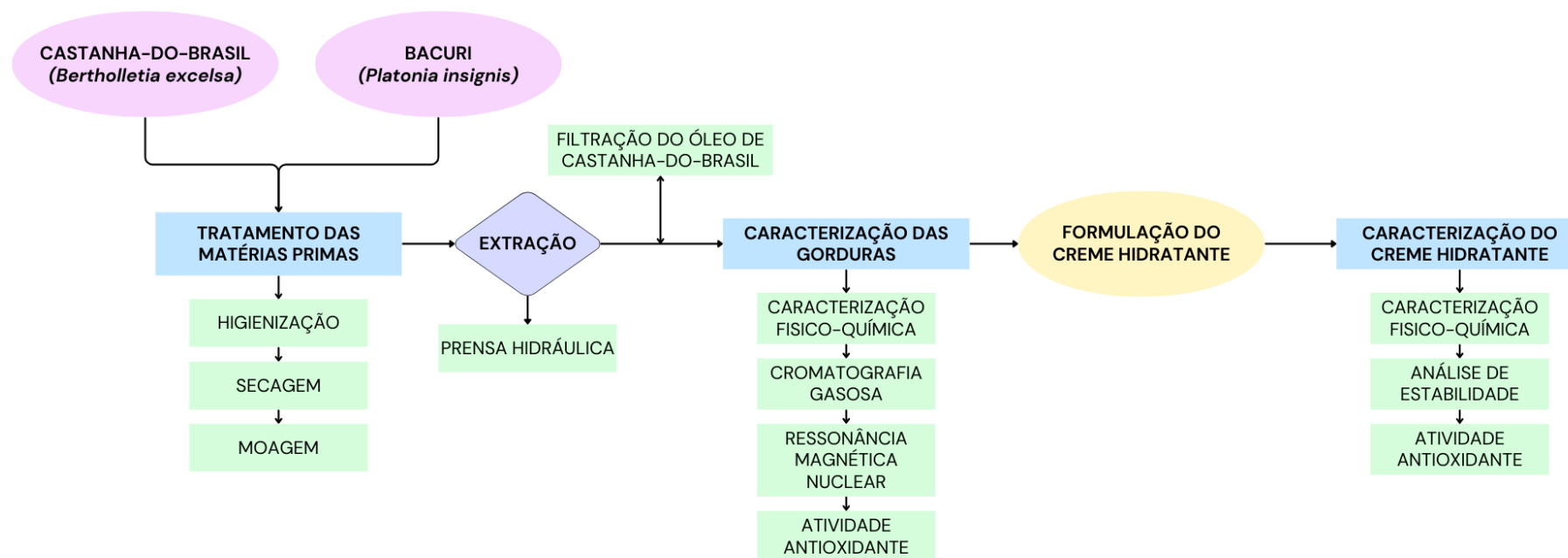
Produtos de Grau 2, por outro lado, são aqueles que possuem características específicas e alegações funcionais, ou seja, prometem efeitos que necessitam ser comprovados. Esses produtos exigem maior controle, pois podem ter impacto direto na saúde do consumidor, como produtos antiacne e protetores solares.

3 METODOLOGIA

3.1 Fluxograma

O processo de formulação do creme hidratante seguiu o fluxograma apresentado na Figura 5. Inicialmente, houve um tratamento das matérias-primas antes da extração do óleo e da manteiga, que foram posteriormente incorporados ao produto. Em seguida, essas gorduras passaram por uma caracterização para avaliar sua qualidade e aptidão para uso. Após isso, procedeu-se à formulação do creme hidratante. Por fim, foi realizada a caracterização do produto final, incluindo análises físico-químicas e de estabilidade.

Figura 5 - Fluxograma do processo.

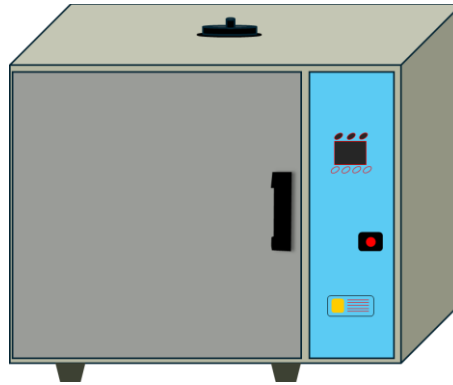


Fonte: Autora, 2025

3.2 Tratamento das matérias-primas

Primeiramente, as matérias-primas – sementes de castanha-do-Brasil descascadas e caroços de bacuri – foram lavadas em água corrente e higienizadas com hipoclorito de sódio (NaClO) e, posteriormente, secadas em estufa de circulação de ar (Figura 6) à 50°C até alcançar a umidade ideal para extração.

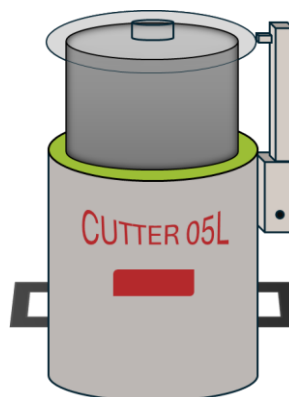
Figura 6 - Estufa de circulação de ar.



Fonte: Autora, 2025.

Em seguida, antes do processo extração, foi necessário aumentar a superfície de contato do material, conforme a metodologia pesquisada por Carvalho *et al.* (2022). Portanto, as matérias-primas foram trituradas utilizando um moinho de facas laboratorial. (Figura 7)

Figura 7 - Moinho de facas.

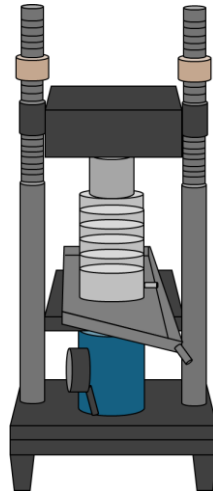


Fonte: Autora, 2025.

3.3 Extração do óleo de castanha-do-Brasil

O óleo de castanha-do-Brasil foi extraído por meio de prensagem a frio, utilizando uma prensa hidráulica manual (Figura 8). Após o tratamento das sementes, o material foi envolto em um elemento filtrante e colocado na prensa, onde a extração do óleo ocorreu.

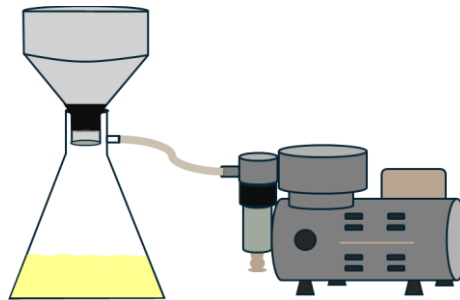
Figura 8 - Prensa hidráulica manual.



Fonte: Autora, 2025.

Seguidamente, foi necessário fazer uma filtração a vácuo no óleo, visto que ainda havia resíduos e impurezas no material (Figura 9). E, por fim, o óleo foi armazenado em frasco âmbar para posterior caracterização.

Figura 9 - Filtração a vácuo do óleo de castanha-do-Brasil.



Fonte: Autora, 2025.

3.4 Extração da manteiga de bacuri

A manteiga de bacuri foi extraída por prensagem a frio, utilizando uma prensa hidráulica manual (Figura 8), de forma semelhante ao processo de extração do óleo de castanha-do-Brasil. Após o tratamento das sementes, estas foram envolvidas em um elemento filtrante e submetidas à extração. Vale destacar que, devido à rápida solidificação da manteiga de bacuri, as sementes foram previamente aquecidas a 50 °C para viabilizar o processo.

3.5 Caracterização das gorduras

3.5.1 Índice de acidez

O índice de acidez é definido como número de mg de hidróxido de potássio (KOH) necessário para neutralizar um grama da amostra. Para análise, realizou-se a metodologia 325/IV descrita por Adolfo Lutz (1985).

Para isso, utilizou-se o hidróxido de sódio (NaOH) como agente titulante e o seu volume gasto, foi utilizado na Equação 1 para calcular o índice de acidez das gorduras, em mg*KOH/g.

$$\frac{v * f * 5,61}{P} = \text{índice de acidez} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

v = Quantidade, em ml, de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação.

f = Fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

P = Quantidade, em gramas, da amostra.

3.5.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

A análise do potencial hidrogeniônico foi realizada por meio de leitura direta em pHmetro digital, previamente calibrado, em temperatura ambiente (25 °C), com soluções de pH 4,0; 7,0 e 10,0. Para a manteiga foi necessária sua fusão para leitura.

3.5.3 Índice de Saponificação

O índice de saponificação é a quantidade de álcali necessário para saponificar uma quantidade definida de amostra. Foi determinada a partir da metodologia 328/IV descrita por Adolfo Lutz (1985), que expressa o número de mg de hidróxido de potássio (KOH) necessário para saponificar uma amostra.

Nesta análise, utiliza-se o ácido clorídrico (HCl) como agente titulante e, seu volume gasto, aplicado na Equação 2 para determinar o índice de saponificação em mg/KOH*g.

$$\frac{28,06 * f * (B - A)}{P} = \text{índice de saponificação} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

A = Volume gasto, em ml, na titulação da amostra.

B = Volume gasto, em ml, na titulação do branco.

f = Fator de correção da solução de HCl 0,5 M.

P = Quantidade, em gramas, da amostra.

3.5.4 Índice de peróxido

O índice de peróxido determina as substâncias que oxidam o iodeto de potássio (KI) em termos de miliequivalente de peróxido por 1000 gramas de amostra. A análise foi realizada conforme a metodologia 326/IV descrita por Adolfo Lutz (1985).

Para esta análise, foi utilizado tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) como agente titulante, e o volume gasto, foi utilizado na Equação 3 para determinar o índice de peróxido em meq/Kg.

$$\frac{(A - B) * N * f * 1000}{P} = \text{índice de peróxido} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

A = Quantidade, em ml, da solução de tiosulfato de sódio 0,1 N gasto na titulação da amostra.

B = Quantidade, em ml, da solução de tiosulfato de sódio 0,1 N gasto na titulação do branco.

N = Normalidade da solução de tiosulfato de sódio.

f = Fator de correção da solução de tiosulfato de sódio.

P = Quantidade, em gramas, da amostra.

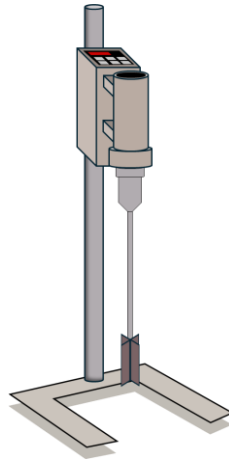
3.5.5 Índice de iodo

O índice de iodo foi determinado a partir do espectro ^1H da análise de Ressonância Magnética Nuclear (RMN), seguindo a metodologia descrita por Reda (2004). Para a análise dos dados, foi utilizado o software PROTEUS desenvolvido no âmbito dessa pesquisa.

3.5.6 Viscosidade

A viscosidade foi medida utilizando o viscosímetro Thermo Scientific HAAKE Viscotester 550 com uma taxa de varredura de 0 a 600 s^{-1} à temperatura de 27°C (Figura 10). Como a manteiga de bacuri encontra-se em estado sólido à temperatura ambiente, foi necessário fundi-la à 70°C antes da análise.

Figura 10 - Viscosímetro HAAKE 550.



Fonte: Autora, 2025.

3.5.7 Densidade

A densidade do óleo de castanha-do-Brasil foi determinada pelo método de picnometria (Figura 11). Para isso, o picnômetro foi previamente pesado vazio, e em seguida, a amostra líquida foi adicionada. O conjunto foi então novamente pesado, permitindo determinar a massa da amostra por diferença de massas.

Figura 11 - Picnômetro



Fonte: Autora, 2025.

A densidade específica foi calculada com base na razão entre a massa da amostra e a massa equivalente de água (Equação 4). Esse procedimento foi realizado apenas para o óleo de castanha-do-Brasil, pois ele permanece líquido à temperatura ambiente. Já para a manteiga, a picnometria não foi aplicada devido à possibilidade de interação com o meio, o que poderia comprometer a precisão das medições.

$$\frac{m}{V} = d_{\text{específica}} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

m = massa

v = volume

3.5.8 Composição de ácidos graxos

Para determinar a composição em ácidos graxos, os óleos foram submetidos a um processo de transesterificação e analisados por cromatografia gasosa no Laboratório Adolpho Ducke (LAD), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A análise foi realizada em um sistema Shimadzu QP Plus-2010, equipado com uma coluna capilar de sílica DB-5MS (30 m × 0,25 mm; espessura de filme de 0,25 μm), sob as seguintes condições operacionais: gás de arraste hélio, com velocidade linear de 36,5 cm/s; injeção do tipo *splitless* (2 μL de óleo diluído em 1 mL de hexano); temperatura do injetor ajustada para 250 °C. O programa de temperatura foi de 60 a 250 °C, com uma taxa de aquecimento de 3 °C/min. A temperatura da fonte de íons e demais componentes do sistema foi mantida em 220 °C. O filtro de quadrupolo operou varrendo a faixa de massa de 39 a 500 daltons por segundo. A ionização foi realizada por impacto eletrônico a 70 eV. Esse procedimento permitiu a identificação dos ácidos graxos presentes nas amostras lipídicas além dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade a partir dos ácidos graxos livres.

3.5.9 Índice de aterogenicidade (AI) e índice de trombogenicidade (TI)

O índice de aterogenicidade e o índice de trombogenicidade foram determinados conforme a metodologia descrita por Ulbricht; Southgate (1991) a partir dos dados de cromatografia gasosa determinados previamente. O índice de aterogenicidade avalia os diferentes impactos dos ácidos graxos livres individuais na saúde humana, especialmente no risco aumentado de desenvolvimento de aterosclerose. Já o índice de trombogenicidade indica a probabilidade de formação de coágulos sanguíneos e trombos, sendo calculado a partir dos dados obtidos por cromatografia:

$$AI = \frac{(12:0) + 4(14:0) + (16:0)}{(\sum MUFA) + (\sum n - 6) + (\sum n - 3)} \quad (\text{Equação 5})$$

$$TI = \frac{(12:0) + 4(14:0) + (16:0)}{0,5(\sum MUFA) + 0,5(\sum n - 6) + 3(\sum n - 3) + \frac{(\sum n - 3)}{(\sum n - 6)}} \quad (\text{Equação 6})$$

Em que:

12:0 = Ácido láurico;

14:0 = Ácido mirístico;

16:0 = Ácido palmítico

$\Sigma MUFA$ = Soma das concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados

$\Sigma n - 6$ = Soma das concentrações dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 6.

$\Sigma n - 3$ = Soma das concentrações dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3.

3.5.10 Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

Os dados da ressonância magnética nuclear foram obtidos através de análise utilizando o espectrômetro Bruker Avance III HD (Bruker®, EUA), utilizando $CDCl_3$ como solvente, a fim de obter os dados de 1H e ^{13}C .

3.5.11 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi realizada pelo método da captura do radical livre ABTS em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoro, Japan) à um comprimento de onda de 734 nm, seguindo metodologia descrita por Re *et al.* (1999).

3.6 Formulação do creme hidratante

A Tabela 1 apresenta a formulação utilizada para a produção do creme hidratante.

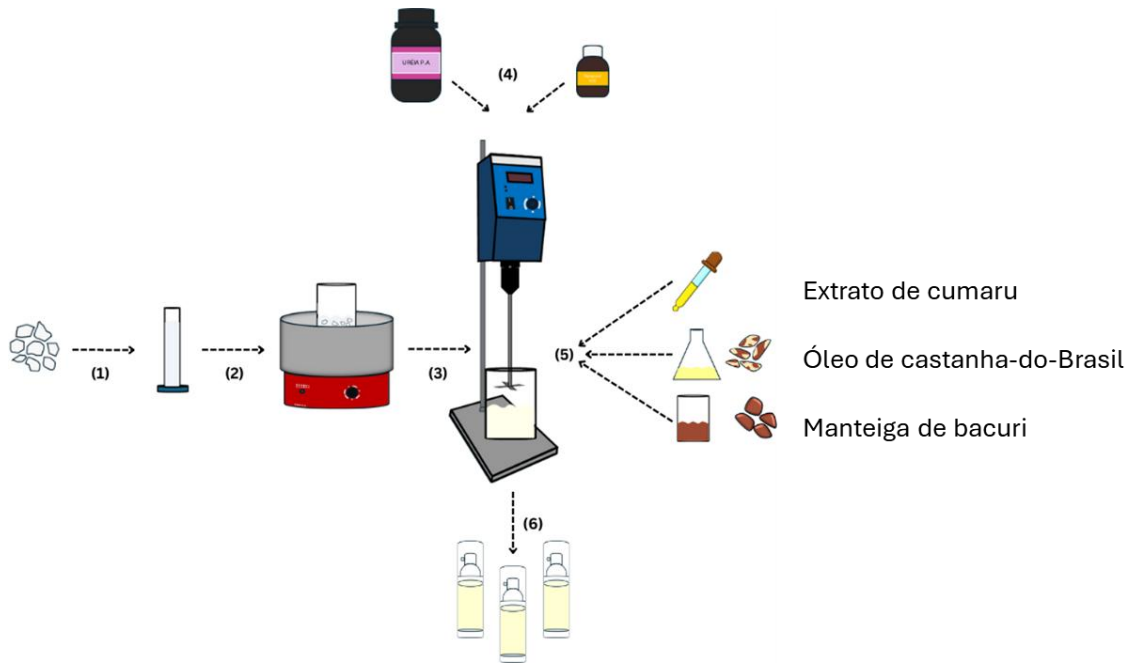
Tabela 1 - Formulação do creme hidratante.

Matéria-prima	%p/p	Função
Olivem 1000	4,50 - 6,00	Emulsificante
Uréia	0,25 - 0,42	Hidratação
Nipaguard	0,01 - 0,1	Conservante
Óleo de castanha-do-Brasil	1,50 - 3,00	Hidratante e Antioxidante
Manteiga de bacuri	0,40 - 1,50	Cicatrizante e Antioxidante
Extrato glicólico de cumaru	0,1 – 1,0	Essência
Água destilada	75,00 - 97,0	--

Fonte: Autora, 2025.

O processo de formulação do creme hidratante está detalhadamente apresentado no fluxograma da Figura 12, no qual cada etapa é numerada de forma sequencial, permitindo uma visualização clara e organizada do progresso do processo.

Figura 12- Fluxograma do processo de produção do creme hidratante.



Fonte: Autora, 2025.

A etapa (1) representa a diluição do emulsificante em água destilada, que posteriormente foi levada a aquecimento na etapa (2) até a homogeneização completa. Após isso, a solução foi transferida para a etapa (3) e misturada em alta rotação por 20 minutos. Em seguida, foram adicionados os componentes da etapa (4) – ureia e Nipaguard – e a mistura continuou sob agitação até a dissolução completa. Finalmente, na etapa (5), foram adicionados os componentes oleosos: o óleo de castanha-do-Brasil, cujas funções principais são hidratação e antioxidante, a manteiga de bacuri, que além de hidratar atua como conservante natural, agente antioxidante e cicatrizante, e o extrato glicólico de cumaru, que desempenha uma função essencial. Ao final, obteve-se o creme hidratante na etapa (6) para posterior caracterização.

3.7 Caracterização do creme hidratante

3.7.1 Caracterização físico-química

3.7.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

A análise do potencial hidrogeniônico foi realizada por meio de leitura direta em pHmetro digital, previamente calibrado, em temperatura ambiente, com soluções de pH 4,0; 7,0 e 10,0.

3.7.1.2 Viscosidade

A viscosidade foi realizada em um viscosímetro digital Thermo Scientific HAAKE Viscosimeter 550 (Figura 10).

3.7.1.3 Densidade

A densidade aparente é a relação entre a massa de uma amostra e seu volume específico (ANVISA, 2004). Para essa determinação, utilizou-se um picnômetro de 25 mL (Figura 11). Inicialmente, aferiu-se a massa da vidraria vazia. Em seguida, adicionou-se o creme hidratante, e a nova massa foi medida. A massa do cosmético foi obtida por subtração desses valores. Com esse resultado e o volume conhecido do picnômetro, a densidade do produto foi calculada por meio da Equação 4.

3.7.2 Análise de estabilidade

3.7.2.1 Teste de centrifugação

O teste de centrifugação foi realizado conforme a metodologia descrita por Isaac, *et al.* (2008) no protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. Para isso, foram pesados 5 gramas da amostra e submetidos a rotações de 980, 1800 e 3000 rpm, durante 15 minutos, cada rotação, a fim de verificar a estabilidade do produto.

3.7.2.2 Estresse térmico

A análise de estresse térmico seguiu a metodologia adaptada de Isaac *et al.* (2008), na qual a amostra foi submetida a temperaturas variando entre 10°C e 60°C por um período de 30 minutos. Esse procedimento permitiu avaliar sua estabilidade frente a mudanças térmicas e possíveis alterações em suas características físicas.

3.7.2.3 Ciclo de congelamento e descongelamento

A análise do ciclo de congelamento e descongelamento foi adaptado conforme o procedimento descrito por Isaac *et al.* (2008). Para isso, uma amostra de aproximadamente 10 gramas do creme hidratante foi submetida a variações extremas de temperatura em um ciclo de 24 horas, visando avaliar sua estabilidade preliminar. O ciclo consistiu na exposição do produto a temperaturas de -5 ± 2 °C e 40 ± 2 °C.

3.7.3 Atividade antioxidante

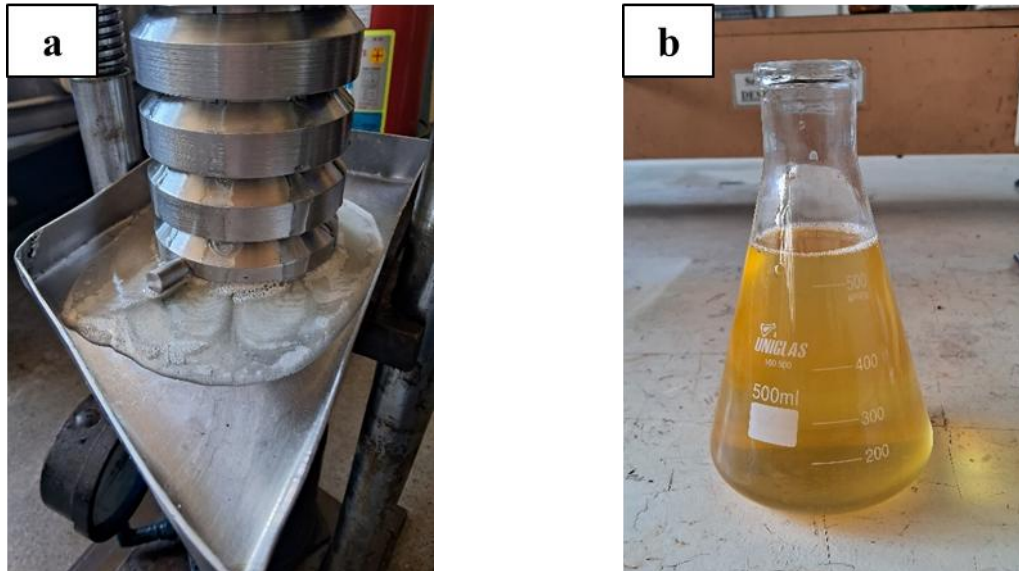
A atividade antioxidante foi realizada pelo método da captura do radical livre ABTS em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoro, Japan) à um comprimento de onda de 734 nm, seguindo metodologia descrita por Re *et al.* (1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Extração do óleo de castanha-do-Brasil

As Figuras 13a e 13b apresentam a extração do óleo de castanha-do-Brasil.

Figura 13- Extração do óleo de castanha-do-Brasil (a) e óleo após extração (b)



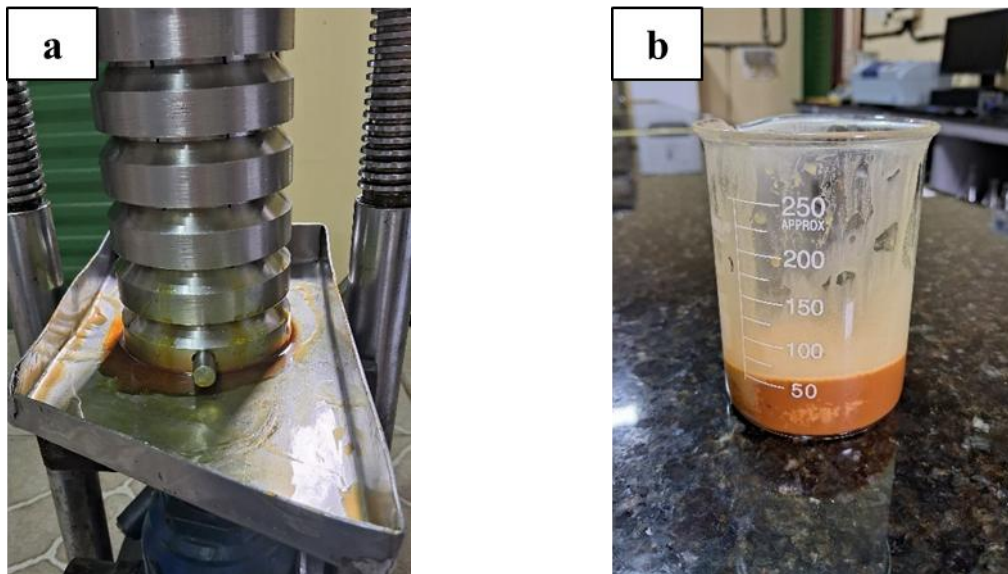
Fonte: Autora, 2025.

Durante o processo de extração, a massa inicial utilizada foi de 1,5 kg, e ao final obteve-se 526 mL do óleo, resultando em um rendimento de 35,06%. Esse rendimento está dentro de uma faixa consistente com os dados encontrados na literatura. No estudo realizado por Vilhena *et al.* (2020), foi obtido um rendimento de 42% utilizando a mesma técnica de prensagem a frio, enquanto no trabalho de Freitas *et al.* (2021), ao utilizar a técnica de extração com solvente, o rendimento foi de 37,22%. Esses valores são próximos ao resultado obtido neste estudo, o que demonstra que a técnica de prensagem a frio utilizada é eficaz, produzindo um rendimento satisfatório. Tais comparações reforçam a consistência do método adotado e a qualidade do processo de extração empregado.

4.2 Extração da manteiga de bacuri

As Figura 14a e 14b demonstram a extração da manteiga de bacuri via prensagem. A Figura 14a captura o momento da extração na prensa, onde a pressão é aplicada para extrair a gordura. Figura 14b apresenta o material após extração.

Figura 14 - Extração da manteiga de bacuri (a) e manteiga após extração (b)



Fonte: Autora, 2025.

A extração a frio das sementes secas e trituradas resultou em um rendimento de 13,25%, obtendo-se 50,331 g de gordura a partir de uma massa inicial de 0,380 kg de sementes. Em comparação, Lustosa *et al.* (2021) realizaram a extração da manteiga de bacuri utilizando solvente por 8 horas e alcançaram um rendimento significativamente maior, de 63%.

A menor eficiência da extração a frio pode estar associada à alta concentração de ácidos graxos saturados na gordura, que a mantém solidificada em temperatura ambiente, dificultando sua liberação. Pesce (2009) relata que as sementes de bacuri contêm cerca de 72% de gordura resinosa, o que sugere que a extração por solvente se torna mais eficiente devido ao processo de aquecimento, favorecendo a extração.

Entretanto, Vovk *et al.* (2023) afirmaram que o método de prensagem, apesar do menor rendimento, é mais seguro, pois preserva os componentes nutricionais presentes nos lipídios. Dessa forma, como o principal objetivo deste trabalho era preservar as características funcionais das matérias-primas, esse método mostrou-se o mais indicado e viável para uso.

Outro ponto a ser destacado é que, frequentemente, a semente do fruto do bacuri é descartada como resíduo, sem que seu verdadeiro potencial seja aproveitado. Portanto, é essencial a promoção de práticas sustentáveis de produção, alinhadas com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), a fim de incentivar padrões de consumo e produção sustentáveis e mitigar os impactos ambientais (ONU, 2015).

4.3 Caracterização das gorduras

4.3.1 Caracterização das gorduras

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados das caracterizações físico-químicas do óleo de castanha-do-Brasil e da manteiga de bacuri, com dados comparados à legislação vigente e a outras pesquisas.

Tabela 2- Caracterização físico-química do óleo de castanha-do-Brasil

	Óleo de castanha-do-Brasil	Óleo de castanha-do-Brasil*	
pH	5,12	3,80	Muniz <i>et al.</i> (2015)
Acidez (mg KOH/g)	2,23	4,00	ANVISA
Peróxido (mEq/Kg)	0,59	15,00	ANVISA
Saponificação (mg KOH/g)	191,36	178,50	Muniz <i>et al.</i> (2015)
		181,53	Santos <i>et al.</i> (2012)
Iodo (g I₂/100g)	100,86	103,36	Costa (2011)
		95,20	Pesce (2009)
Viscosidade (mPa·s)	76,15	70,83	Cerani <i>et al.</i> (2008)
Densidade (g/cm³)	0,94	0,86	Imada <i>et al.</i> (2023)
		0,916	Schons <i>et al.</i> (2017)

Fonte: Autora, 2025.

* Dados da literatura

Tabela 3- Caracterização físico-química da manteiga de bacuri

‘	Manteiga de Bacuri	Manteiga de Bacuri*	
pH	5,47	3,80	Muniz <i>et al.</i> (2015)
Acidez (mg KOH/g)	14,67	14,1	Bentes <i>et al.</i> (1986)
		15,56%/7,82	Freitas (2022)
Peróxido (mEq/Kg)	0,30	15,00	ANVISA
Saponificação (mg KOH/g)	195,77	243,37	Freitas (2022)
		189,1	Pereira <i>et al.</i> (2020)
Iodo (g I₂/100g)	39,07	47,0	Bentes <i>et al.</i> (1986)
		38,0	Jorge; Oliveira; Luzia (2021)
Viscosidade (mPa·s)	13,43	10,58	Cerani <i>et al.</i> (2008)
		14,17	

Fonte: Autora, 2025.

* Dados da literatura

O valor de pH é definido como a medida da concentração de íons hidrogênio em uma solução (ANVISA, 2024). Para o óleo de castanha-do-Brasil, o pH encontrado foi de 5,12, indicando um meio levemente ácido. Esse valor é superior ao reportado por Muniz *et al.* (2015), que obtiveram um pH de 3,80, caracterizando um meio mais ácido. Embora o pH não seja um parâmetro amplamente utilizado para avaliar a acidez de óleos, a diferença entre os valores sugere que o óleo analisado neste estudo pode conter menores concentrações de compostos ácidos livres em comparação com o estudo de Muniz *et al.* (2015).

Para a manteiga de bacuri, o pH encontrado foi de 5,47, um valor próximo ao do óleo de castanha-do-Brasil, indicando um meio ligeiramente ácido. Isso sugere que a manteiga apresenta uma baixa presença de ácidos livres.

O índice de acidez está relacionado à quantidade de ácidos graxos livres provenientes da hidrólise de triacilgliceróis (Santos, 2014). De acordo com o Anexo I da Resolução RDC nº 481, de 15 de março de 2021, da ANVISA, o limite máximo para o índice de acidez em óleos não refinados e prensados a frio é de 4,0 mg KOH/g.

No presente estudo, o óleo de castanha-do-Brasil apresentou um índice de acidez de 2,23 mg KOH/g, estando dentro dos limites estabelecidos. Esse é semelhante ao reportado por Vilhena *et al.* (2020), que caracterizou o óleo extraído de sementes previamente secas e obteve um índice de acidez de 2,01 mg KOH/g. Por outro lado, Pereira *et al.* (2019) encontrou um valor de 5,27 mg KOH/g, acima do limite permitido pela legislação. Assim, os resultados deste estudo reforçam a qualidade do óleo analisado, indicando sua adequação aos padrões regulatórios.

Em relação à manteiga de bacuri, Bentes *et al.* (1986) caracterizaram a gordura extraída do caroço do bacuri e determinaram um índice de acidez de 14,1 mg KOH/g. Mais recentemente, Freitas (2022) relatou uma acidez de 15,56% em ácido oleico, equivalente a aproximadamente 7,82 mg KOH/g.

No presente estudo, o índice de acidez obtido foi de 14,67 mg KOH/g, um valor próximo ao reportado por Bentes *et al.* (1986). Embora esses valores excedam os limites estabelecidos pela ANVISA para óleos e gorduras com regulamentação específica para consumo humano, esse cenário indica que as manteigas não são apropriadas para consumo humano, mas como o objetivo da aplicação desta gordura é cosmético e farmacêutico, ela pode ser utilizada nesses contextos, desde que atendidas as boas práticas de produção e qualidade.

O índice de peróxido quantifica todas as substâncias capazes de oxidar o iodeto de potássio, ou seja, está relacionado a compostos oxidados derivados da oxidação das gorduras.

(IAL, 2008). Segundo a ANVISA, na mesma resolução mencionada, o limite máximo para o índice de peróxido é de 15,0 mEq/Kg para óleos não refinados.

Portanto, o óleo de castanha-do-Brasil apresentou um índice de peróxido de 0,59 mEq/Kg, estando em conformidade com as normas vigentes da ANVISA. No estudo de Imada *et al.* (2023), o óleo de castanha-do-Brasil foi caracterizado e apresentou um índice de peróxido de 2,27 mEq/Kg, um valor ligeiramente superior ao encontrado no presente estudo, porém ainda atendendo os parâmetros da legislação. O estudo de Rocha *et al.* (2024) caracterizou um óleo de castanha-do-Brasil com índice de peróxido de 18,98 mEq/Kg, acima do limite estabelecido, possivelmente devido à exposição inadequada e ao longo tempo de extração (cerca de um ano). Por outro lado, o óleo analisado neste estudo, avaliado desde sua extração, manteve suas características adequadas ao consumo.

No que diz respeito à manteiga de bacuri, ela também se encontra dentro desse limite. Como o índice de peróxido está diretamente relacionado à oxidação, a manteiga não apresenta sinais de degradação oxidativa, o que a torna apta para ser utilizada na formulação de cosméticos e outros produtos.

Jorge; Oliveira; Luzia (2021), ao caracterizar diversas manteigas provenientes de frutos amazônicos, identificaram um índice de peróxido de 13,31 mEq/Kg para a manteiga de bacuri, um valor dentro dos limites da ANVISA, porém próximo ao máximo permitido, sugerindo o início do processo de oxidação. No presente estudo, a manteiga analisada apresentou um índice de peróxido de 0,30 mEq/Kg, indicando um nível insignificante de oxidação. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de a manteiga ter sido extraída recentemente e armazenada sob condições adequadas para minimizar a degradação.

O índice de saponificação é a quantidade de álcali necessário para saponificar uma quantidade definida de amostra (IAL, 2008). O óleo de castanha-do-Brasil apresentou um índice de saponificação de 191,36 mg KOH/g, valor um pouco maior, mas compatível com o reportado por Muniz *et al.* (2015), que encontrou um índice de 178,50 mg KOH/g para óleo extraído. Além disso, esse resultado também é semelhante ao obtido por Santos *et al.* (2012), que utilizou o mesmo método de extração deste estudo e registrou um índice de saponificação de 181,53 mg KOH/g. Dessa forma, os valores obtidos confirmam a concordância dos resultados deste trabalho com os dados presentes na literatura.

Para a manteiga de bacuri, Freitas (2022) obteve um índice de saponificação de 243,37 mg KOH/g, um valor significativamente mais alto, o que sugere a presença de ácidos graxos de cadeia mais curta. Por outro lado, Pereira *et al.* (2020), ao caracterizar a gordura extraída das

sementes de bacuri, encontrou um índice de 189,1 mg KOH/g, valor ligeiramente inferior ao deste estudo (195,77 mg KOH/g), mas ainda dentro da variação observada na literatura.

O índice de iodo quantifica o grau de insaturação de um óleo ou gordura, sendo expresso como a quantidade de g I₂/100 g de amostra (IAL, 2008). O óleo de castanha-do-Brasil apresentou um índice de iodo de 100,86 g I₂/100 g, valor próximo ao relatado por Costa (2011), que obteve 103,36 g I₂/100 g e de acordo com de Pesce (2009), com valor de 95,2 g I₂/100 g.

Já a manteiga de bacuri, no presente estudo, apresentou um índice de iodo de 39,07 g I₂/100 g, valor próximo ao encontrado por Bentes *et al.* (1986) de 47,0 g I₂/100 g e por Jorge; Oliveira; Luzia (2021) de 38,00 g I₂/100 g. Esses resultados indicam que os valores obtidos estão em concordância com estudos anteriores.

Segundo Van De Mark e Sandefur (2005), os lipídios são classificados em três categorias com base no índice de iodo: aqueles com valores superiores a 130,0 g I₂/100 g são considerados secativos; entre 115,0 e 130,0 g I₂/100 g, são classificados como semi-secantes; e valores inferiores a 115,0 g I₂/100 g indicam lipídios não secativos. Esses valores sugerem que tanto o óleo de castanha-do-Brasil quanto a manteiga de bacuri possuem uma maior proporção de ácidos graxos saturados.

A viscosidade representa a resistência de líquidos ao escoamento, ou seja, a movimentação de suas moléculas sobre as moléculas vizinhas (ANVISA, 2024). Neste trabalho, a viscosidade do óleo de castanha-do-Brasil foi de 76,15 mPa·s. Cerani *et al.* (2008) encontraram uma viscosidade de 70,83 mPa·s para esse óleo a 20°C. Os valores são relativamente próximos, o que indica coerência entre os dados.

Para a manteiga de bacuri, foi necessária a fusão da gordura para a realização da análise, utilizando uma temperatura de 70°C, já que, em temperatura ambiente, encontra-se no estado sólido. Como há poucas referências na literatura sobre a viscosidade dessa manteiga, optou-se por compará-la com óleos vegetais. Cerani *et al.* (2008) determinaram viscosidades de 10,58 mPa·s para o óleo de babaçu e 14,17 mPa·s para o óleo de buriti, ambos a 70°C. Neste estudo, a viscosidade da manteiga de bacuri foi de 13,32 mPa·s, um valor dentro da faixa observada para os óleos analisados, sugerindo comportamento reológico semelhante nessas condições.

Em relação a densidade, o estudo feito por Imada *et al.* (2023), o óleo de castanha em seu estudo apresentou um valor de 0,86 g/cm³, enquanto a pesquisa de Schons *et al.* (2017) encontrou um valor de 0,916 g/cm³. Ambos são próximos ao valor obtido na pesquisa atual de 0,94 g/cm³, evidenciando que as características físicas do óleo estão de acordo com a literatura.

4.3.2 Composição em ácidos graxos

A Tabela 4 apresenta os resultados referentes a cromatografia gasosa para o óleo de castanha-do-Brasil e Manteiga de Bacuri

Tabela 4- Composição de ácidos graxos nas amostras

TIPOS DE ÁCIDOS GRAXOS	Óleo de castanha-do-Brasil (%)	Manteiga de bacuri (%)
SATURADO	28,09	56,74
Ácido Palmítico	14,58	55.42
Ácido Esteárico	13,25	1.32
Ácido Caprílico	0,08	-
Ácido Araquídico	0,18	-
MONIINSATURADO	33,24	42,53
Ácido Oleico	33,24	32.9
Ácido Elaídico	-	1,14
Ácido 7-Hexadecenóico	-	8,49
POLIINSATURADO	38,61	0,73
Ácido Linoleico	38,61	0.73

Fonte: Autora, 2025.

Como observado na Tabela 4, alguns ácidos graxos foram identificados em ambas as matérias-primas, incluindo o ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico e ácido linoleico. No óleo de castanha-do-Brasil, houve predominância de ácidos graxos insaturados, principalmente o ácido oleico e o ácido linoleico, cuja concentração total foi de 71,85%. O ácido linoleico foi o mais abundante, com 38,61%, valor compatível com o estudo de Muniz *et al.* (2015), que relatou 31,26% de ácido linoleico e 38,50% de ácido oleico. Da mesma forma, Costa (2011) caracterizou 31,12% de ácidos graxos monoinsaturados e 44,22% de poliinsaturados, confirmando a predominância de ácidos graxos insaturados nesse óleo.

Na caracterização da manteiga de bacuri, observa-se a predominância de ácidos graxos saturados, principalmente o ácido palmítico, com uma concentração de 55,42%. Em seguida, destaca-se o ácido oleico, com 32,9%, indicando que, embora os ácidos saturados sejam predominantes, há também uma quantidade significativa de ácidos insaturados. No estudo de Jorge, Oliveira e Luzia (2021), a manteiga de bacuri apresentou 46,74% de ácido palmítico e 37,62% de ácido oleico. Além disso, foram identificados outros ácidos graxos, como láurico, mirístico e araquídico, porém em menor proporção.

4.3.3 Índice de aterogenicidade (AI) e Índice de trombogenicidade (TI)

Pelos dados obtidos da cromatografia gasosa, foi possível determinar o índice de aterogenicidade e trombogenicidade das gorduras, como apresentado nas Tabela 5 e 6.

Tabela 5 - Índices de Aterogenicidade e Trombogenicidade do óleo de castanha-do-Brasil

	Óleo de castanha-do-Brasil	Pereira <i>et al.</i> (2018)
Índice de Aterogenicidade	0,20	0,20
Índice de Trombogenicidade	0,40	0,42

Fonte: Autora, 2025.

Tabela 6 - Índices de Aterogenicidade e Trombogenicidade da manteiga de bacuri

	Manteiga de bacuri	Pereira <i>et al.</i> (2018)	Freitas (2022)
Índice de Aterogenicidade	1,28	1,85	1,92
Índice de Trombogenicidade	2,56	3,57	2,18

Fonte: Autora, 2025.

Segundo Turan *et al.* (2007), valores reduzidos de IA e TI indicam uma maior presença de ácidos graxos anti-aterogênicos em um determinado óleo ou gordura, contribuindo para um maior potencial de prevenção de doenças. Nesse contexto, o óleo de castanha-do-Brasil apresentou um índice de aterogenicidade (IA) de 0,20 e um índice de trombogenicidade (TI) de 0,40, valores muito próximos aos encontrados por Pereira *et al.* (2018), que relataram um IA de 0,20 e um IT de 0,42 para o mesmo óleo.

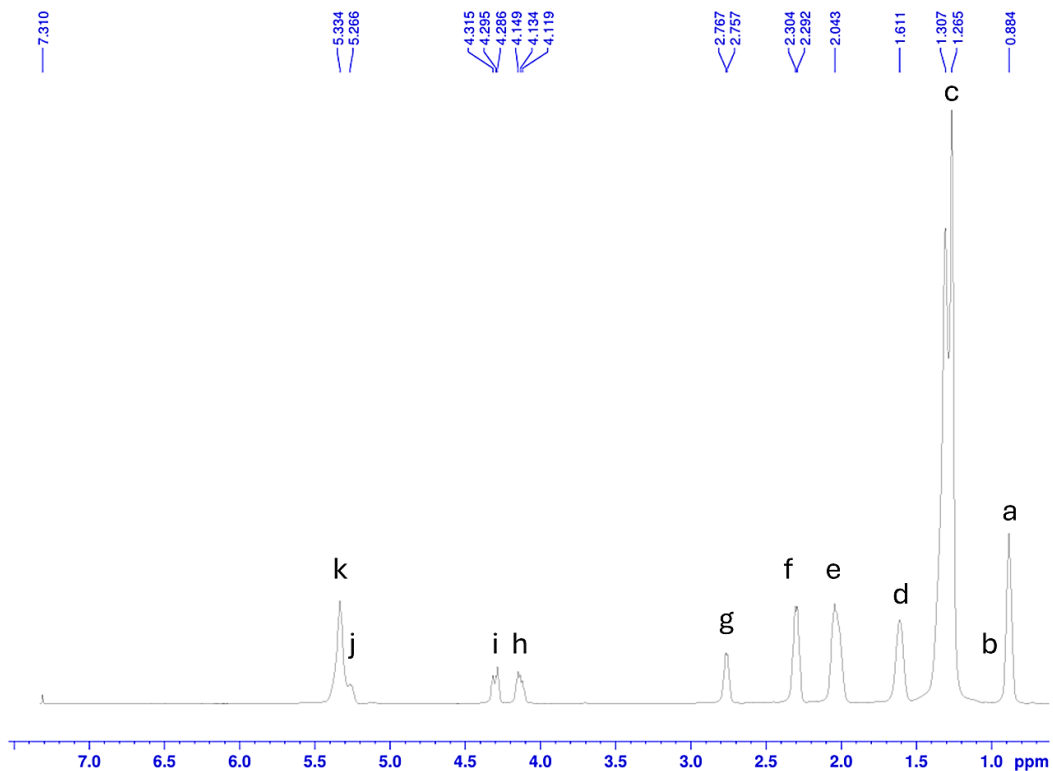
Já a manteiga de bacuri apresentou um IA de 1,28 e um TI de 2,56. Pereira *et al.* (2018), ao caracterizar essa gordura, obtiveram valores de 1,85 e 3,57, respectivamente. Além disso,

esses resultados são comparáveis aos de Freitas (2022), que encontrou valores de 1,92 para IA e 2,18 para TI. Portanto, a redução desses índices indica uma melhor qualidade lipídica do óleo e da manteiga, tornando-os mais adequados para a saúde humana.

4.3.4 Ressonância Magnética Nuclear

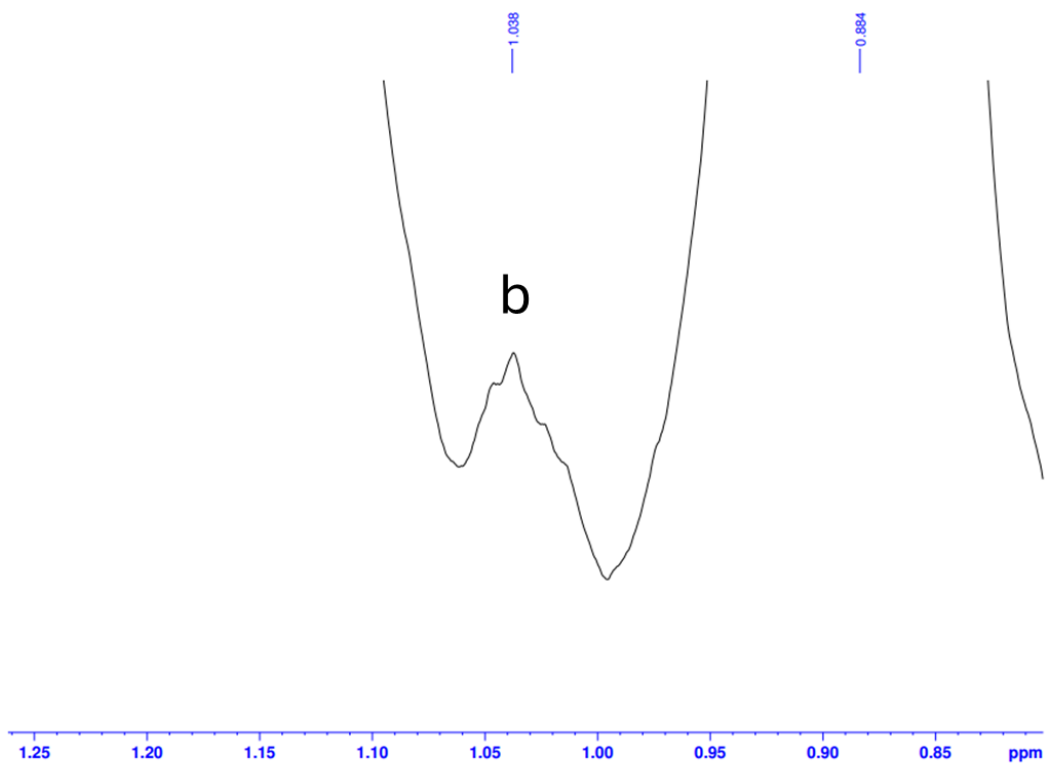
As Figuras 15 a 17 apresentam os espectros de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) do óleo de castanha-do-Brasil, correspondentes aos núcleos de ^1H e ^{13}C . A Figura 15 exibe o espectro do núcleo de ^1H , enquanto a Figura 16 apresenta o espectro do núcleo de ^{13}C . Já a Figura 18 destaca um sinal específico, indicado com a letra b, que, embora tenha uma concentração baixa, foi relevante para a discussão e análise dos resultados.

Figura 15- Espectro ^1H do óleo de castanha-do-Brasil



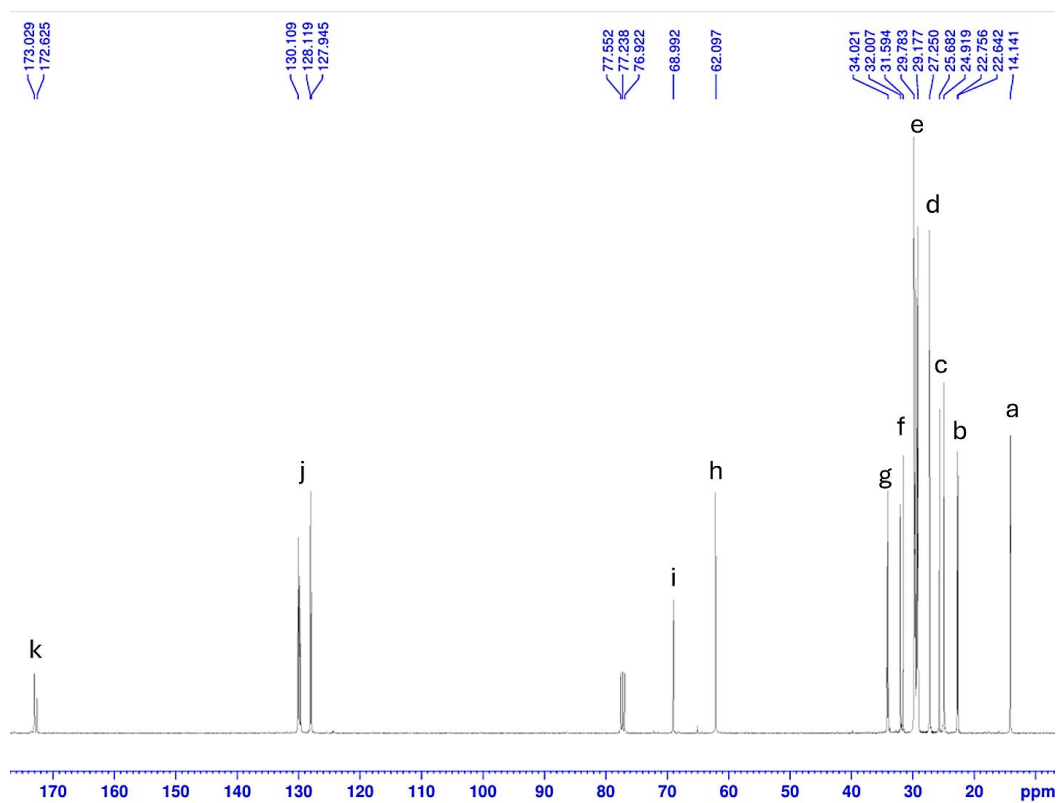
Fonte: Autora, 2025.

Figura 16- Sinal **b** do espectro ^1H do óleo de castanha-do-Brasil



Fonte: Autora, 2025.

Figura 17- Espectro ^{13}C do óleo de castanha-do-Brasil



Fonte: Autora, 2025.

Segundo Reda (2004), para o espectro ^1H do óleo de castanha-do-Brasil, o sinal (a) entre 0,5 e 1,0 ppm corresponde aos hidrogênios do grupo metila. O sinal (b), próximo a 1,0 ppm, está associado aos hidrogênios metílicos do ácido linoleico (Figura 16). Já o sinal (c), na faixa de 1,2 a 1,4 ppm, refere-se aos prótons metilênicos dos ácidos graxos presentes no triacilglicerol. O sinal (d), registrado entre 1,5 e 1,7 ppm, é atribuído aos hidrogênios do carbono β do éster, enquanto o sinal (e), observado entre 1,9 e 2,1 ppm, corresponde aos hidrogênios alílicos externos. Além disso, o sinal (f), próximo a 2,3 ppm, está associado aos hidrogênios do carbono α -carboxílico. Já o sinal (g), na faixa de 2,5 a 3,0 ppm, refere-se aos hidrogênios alílicos internos. Na região entre 4,0 e 4,4 ppm, os sinais (h) e (i) correspondem aos prótons metilênicos do glicerol. Por fim, os sinais (j) e (k), entre 5,2 e 5,4 ppm, estão relacionados aos hidrogênios metínicos do glicerol e aos hidrogênios olefínicos, respectivamente. A Tabela 7 exemplifica isso.

Tabela 7 – Dados de RMN ^1H

Sinal	Posição (ppm)	Interpretação
a	0,5-1,0	Hidrogênio metila
b	1,0	Hidrogênio metílicos do grupo linoleico
c	1,2-1,4	Prótons metilênicos presentes no triacilglicerol
d	1,5-1,7	Hidrogênios do carbono β do éster
e	1,9-2,1	Hidrogênios alílicos externos
f	2,3	Hidrogênios do carbono α -carboxílico
g	2,5-3,0	Hidrogênios alílicos internos
h	4,0-4,4	Prótons metilênicos do glicerol
i	4,4-4,4	Prótons metilênicos do glicerol
j	5,2-5,4	Hidrogênios metínicos do glicerol
k	5,2-5,4	Hidrogênios olefínicos

Fonte: Autora, 2025.

Souza (2019), ao caracterizar o óleo de andiroba por ressonância magnética nuclear, obteve um espectro de ^1H semelhante ao do óleo de castanha-do-Brasil analisado no presente estudo, com a identificação dos mesmos picos, o que justifica a comparação entre eles.

Colzato *et al.* (2009) analisou três óleos comestíveis – azeite de oliva extravirgem, canola e macadâmia – e observou características espectroscópicas semelhantes entre eles. No entanto, no óleo de macadâmia, o pico correspondente ao ponto (g) não foi identificado, indicando a ausência de hidrogênios alílicos internos. Assim, embora sejam provenientes de espécies diferentes, a similaridade estrutural entre óleos vegetais permite a comparação de seus espectros de RMN.

De acordo com Sadowska *et al.* (2008) e Fonseca (2011), os sinais observados no espectro de ^{13}C RMN de ácidos graxos apresentam atribuições bem definidas (Tabela 8). O sinal (a), entre 13,75 e 14,50 ppm, corresponde aos carbonos de ácidos graxos, exceto no ácido linoleico. Já o sinal (b), entre 22,0 e 23,0 ppm, é atribuído aos metilenos ω -2, enquanto o sinal (c), entre 25,0 e 26,0 ppm, corresponde aos metilenos bisalílicos. O sinal (d), registrado entre 27,0 e 27,5 ppm, refere-se aos carbonos alílicos. Os metilenos das demais posições das cadeias aparecem no sinal (e), entre 29,0 e 30,0 ppm, e os metilenos ω -3 são observados no sinal (f), entre 31,5 e 32,5 ppm. Já os carbonos α -carboxílicos são encontrados no sinal (g), entre 34,0 e 34,5 ppm. Os fragmentos de glicerol podem ser identificados nos sinais (h) e (i), localizados entre 62,0 e 62,5 ppm e 69,0 e 69,5 ppm, respectivamente, sendo o sinal (h) referente ao carbono metínico e o sinal (i) referente aos dois carbonos metilênicos. Os carbonos olefínicos, característicos de insaturações na estrutura dos ácidos graxos, aparecem no sinal (j), entre 128,0 e 130,0 ppm, enquanto o sinal (k), entre 173,0 e 173,5 ppm, representa os grupos carboxílicos.

Tabela 8 – Dados de RMN ^{13}C

(continua)

Sinal	Posição (ppm)	Interpretação
a	13,75-14,50	Carbonos de ácidos graxos, exceto no ácido linoleico
b	22,0-23,0	Carbonos atribuído aos metilenos ω -2
c	25,0-26,0	Metilenos bisalílicos
d	27,0-27,5	Carbonos alílicos
e	29,0-30,0	Metilenos das demais posições

Tabela 9 – Dados de RMN ¹³C

(conclusão)

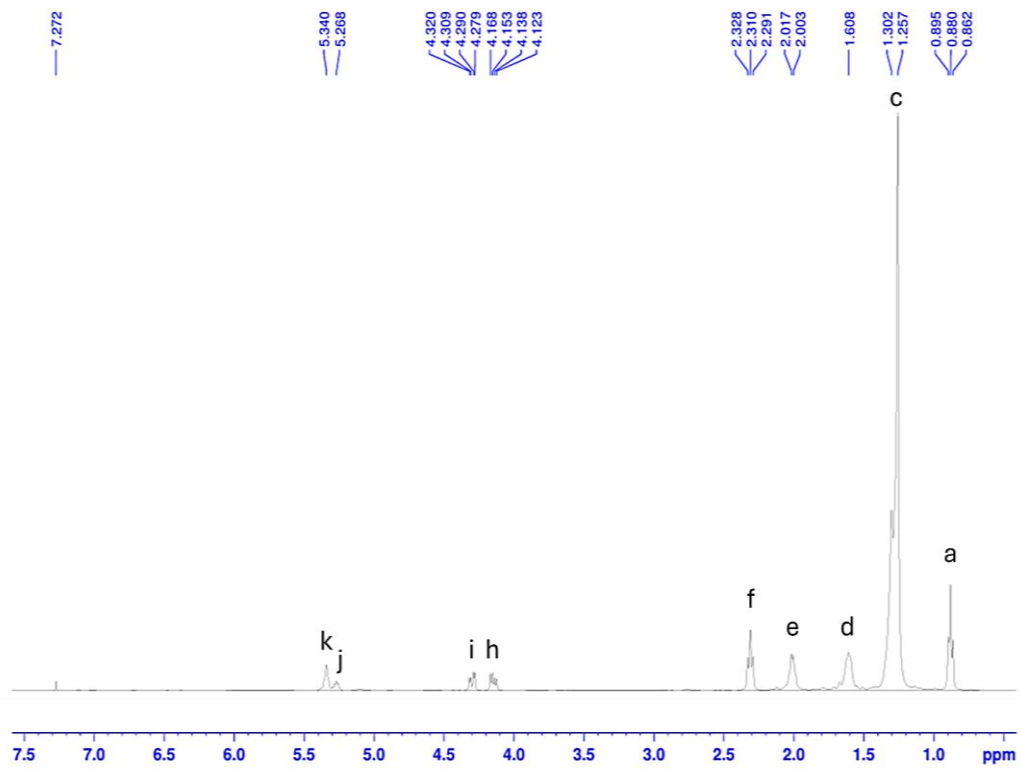
Sinal	Posição (ppm)	Interpretação
f	31,5-32,5	Carbonos α-carboxílicos
g	34,0-34,5	Fragmentos de glicerol
h	62,0-62,5	Carbono metínico
i	69,0-69,5	Dois carbonos metilênicos
j	128,0-130,0	Insaturações de ácidos graxos
k	173,0-173,5	Grupos carboxílicos

Fonte: Autora, 2025.

No mesmo estudo, Fonseca (2011) desenvolveu um estudo sobre a qualidade do óleo vegetal de gergelim por ressonância magnética nuclear (¹³C) e observou um espectro bastante similar ao obtido do presente estudo. Essa similaridade confirma que óleos vegetais possuem perfis espectroscópicos próximos devido as suas composições estruturais.

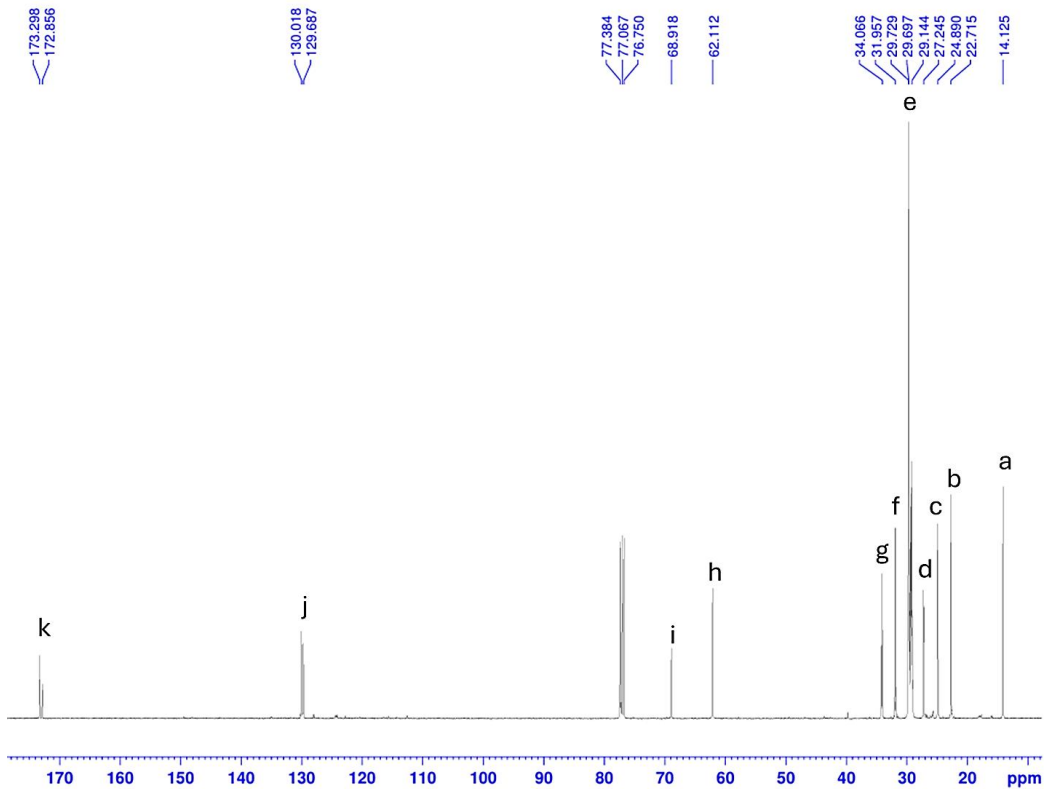
Para a manteiga de bacuri, as Figuras 18 e 19 apresentam os espectros de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) correspondentes aos núcleos de ¹H e ¹³C.

Figura 18 - Espectro ¹H da manteiga de bacuri



Fonte: Autora, 2025.

Figura 19 - Espectro ¹³C da manteiga de bacuri



Fonte: Autora, 2025.

No espectro de ^1H , observa-se que os sinais correspondentes aos pontos (b) e (g) não puderam ser identificados. No entanto, o espectro está de acordo com o desenvolvido por Holanda (2023), que caracterizou as manteigas de Bati e Uucuba. Nesse estudo, foram identificadas as cadeias de ácidos graxos, – sinal (a) – os prótons metilênicos, representados pelos sinais (c) e (d), os grupos metilênicos da carbonila, sendo os sinais (e) e (f), os hidrogênios no carbono α – sinais (h) e (i) – e os sinais (j) e (k), que correspondem aos grupos olefínicos e carboxílicos.

O espectro de ^{13}C obtido apresenta grande semelhança com o do óleo de castanha-do-Brasil analisado neste estudo. Essa similaridade pode ser atribuída ao fato de que, apesar das diferenças estruturais entre óleos e manteigas, como a maior quantidade de duplas ligações, ambos são lipídios.

No entanto, algumas distinções podem ser observadas. O óleo de castanha apresenta uma maior quantidade de carbonos alílicos, evidenciada pelo sinal (d). Já na manteiga de bacuri, a concentração de metilenos ω -2 (sinal b) é superior à de metilenos bisalílicos (sinal c). Além disso, o sinal (j) indica que o óleo de castanha possui maior grau de insaturação em comparação à manteiga de bacuri, o que justifica seu estado mais líquido.

4.3.5 Atividade Antioxidante

Os resultados da atividade antioxidante do óleo de castanha-do-Brasil estão dispostos na Tabela 9.

Tabela 10 - Atividade antioxidante

Amostra	Concentração em μM/Trolox	Inibição (%)
Óleo de castanha-do-Brasil	791.86	29.20
Manteiga de bacuri	1.992.11	76.13

Fonte: Autora, 2025.

Os antioxidantes são substâncias capazes de diminuir as taxas de oxidação, isto é, inibir reação oxidativas e contribuir para preservação de moléculas. Esses compostos podem ser produzidos pelo organismo, sendo chamados de enzimáticos, ou podem ser obtidos de forma externa, classificados como não enzimáticos (Vasconcelos *et al.*, 2014).

Pinheiro *et al.* (2023) obtiveram uma atividade antioxidante de 658,10 e 918,34 μM Trolox/g para dois óleos de castanha-do-Brasil extraídos, valores próximos ao obtido neste

estudo, de 791,86 μM Trolox/g, o que equivale a 29,9% de inibição. Esse resultado está dentro do esperado para uma extração a frio. Miraliakbari e Shahidi (2008), ao extraírem óleo de castanha-do-Brasil utilizando solventes como hexano e clorofórmio-metanol, encontraram valores de 81,9 μM Trolox/g e 1216,9 μM Trolox/g, respectivamente. Isso demonstra que o método de extração influencia significativamente a atividade antioxidante do óleo. No entanto, a extração a frio continua apresentando um valor elevado, pois preserva melhor as propriedades químicas do óleo. Esse valor se deve à presença de selênio nas sementes, sendo considerada a noz comestível com a maior quantidade desse micronutriente e uma das fontes com maior concentração (Cardoso *et al.*, 2017).

Neste estudo, a manteiga de bacuri apresentou uma atividade antioxidante de 1992,11 μM Trolox/g pelo método de sequestro do radical ABTS, sendo 76,13% de inibição. Já Lima (2017), ao avaliar a manteiga das sementes de bacuri pelo método DPPH, encontrou inibições variando de 71,1% a 87,6%. Esses resultados indicam que, apesar das diferenças metodológicas, a manteiga de bacuri possui elevada atividade antioxidante. Isso comprova que, por serem ricas em compostos fenólicos, as sementes de bacuri apresentam excelente capacidade antioxidante, uma vez que esses compostos estão diretamente relacionados a essa propriedade (Yamaguchi *et al.*, 2021).

4.4 Formulação do creme hidratante

A Figura 20 ilustra o creme hidratante durante seu processo de produção, permitindo a observação detalhada da textura e uniformidade do produto e nota-se também, a homogeneidade da formulação.

Figura 20 - Produção do creme hidratante



Fonte: Autora, 2025.

Já a Figura 21 exibe os cremes hidratantes após a finalização do processo de formulação e acondicionamento. Nessa etapa, os produtos estão devidamente embalados em recipientes apropriados para garantir sua estabilidade, preservar a validade e prevenir processos oxidativos.

Figura 21 - Cremes hidratantes acondicionados



Fonte: Autora, 2025.

4.5 Caracterização do creme hidratante

4.5.1 Caracterização físico-química

A Tabela 10 apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas no creme hidratante.

Tabela 11 - Análises físico-química do creme hidratante

Análise	Resultado
pH	6,16
Viscosidade (mPa·s)	806,76
Densidade (g/cm³)	0,988

Fonte: Autora, 2025.

O pH do creme hidratante em estudo foi de 6,16. O pH da pele varia entre 4,6 e 5,8, sendo levemente ácido e essencial para a proteção contra bactérias e fungos (Leonardi, Gaspar e Campos, 2002). Embora o pH do creme esteja ligeiramente acima do pH cutâneo, ele ainda se mantém dentro dos limites aceitáveis para uso.

A viscosidade encontrada para o creme hidratante foi de 806,76 mPa·s, valor que pode variar conforme a formulação do produto. No estudo de Maru e Lahoti (2018), ao avaliar um

creme incorporado com óleo de girassol, a viscosidade variou entre 1256 e 3502 mPa.s, demonstrando que a composição influencia significativamente a viscosidade final do produto.

A densidade do creme hidratante foi de 0,998 g/m³, valor semelhante ao dos cremes desenvolvidos por Xavier *et al.* (2023), que apresentaram densidades de 0,998 g/mL e 0,987 g/mL para formulações contendo 5% e 10% de óleo de coco, respectivamente. Neste estudo, a formulação incorporou 3,5% de gordura, demonstrando a consistência dos resultados em relação à literatura.

4.5.2 Testes de estabilidade

4.5.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

A Tabela 11 apresenta os resultados de estabilidade quanto a análise de centrifugação para a formulação do creme.

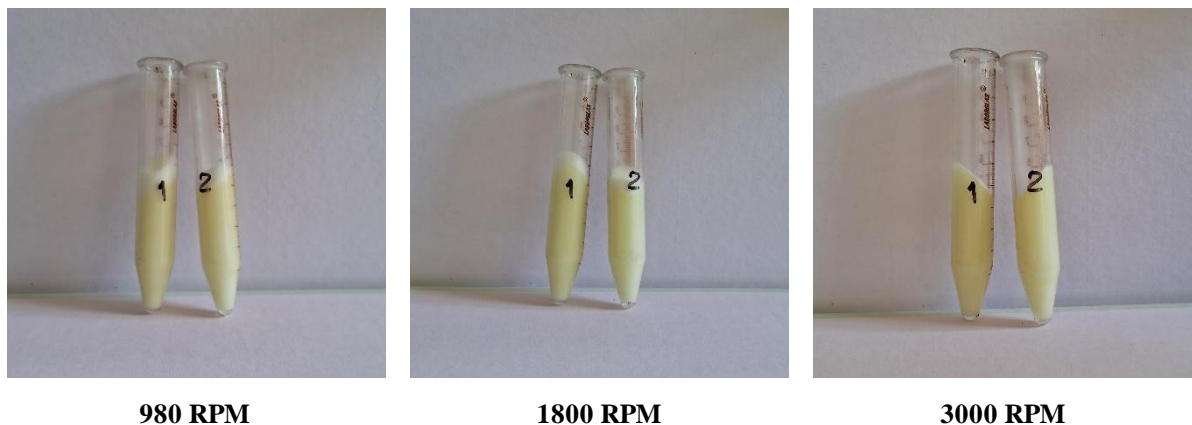
Tabela 12- Teste de centrifugação

Rotação (RPM)	Estabilidade
980	Estável
1800	Estável
3000	Estável

Fonte: Autora, 2025.

Após a análise de estabilidade por meio de centrifugação, o creme manteve sua estabilidade em todas as três velocidades, conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22 - Teste de centrifugação em diferentes rotações



Fonte: Autora, 2025.

Observa-se que, mesmo sob condições de estresse, a amostra preservou suas características físicas, demonstrando resistência à separação de fases. Esse resultado indica a eficácia da formulação em preservar sua integridade estrutural, mesmo diante de fatores que poderiam comprometer sua homogeneidade.

4.5.2.2 Estresse térmico

A amostra de hidratante foi analisada à diferentes temperaturas, e os resultados de estabilidade estão apresentados na Tabela 12.

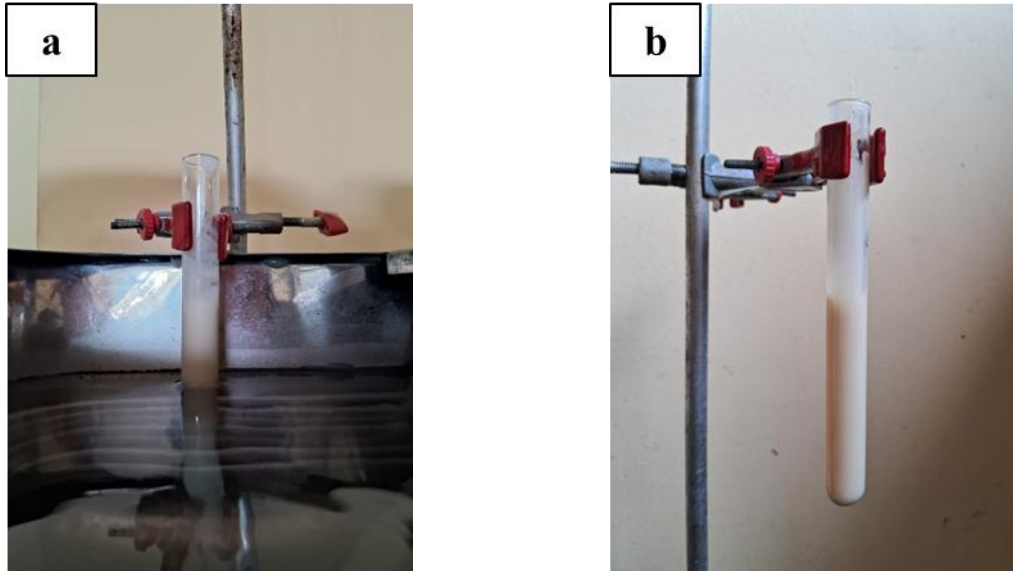
Tabela 13 - Estresse térmico

Temperatura (°C)	Estabilidade
10	Estável
20	Estável
30	Estável
40	Estável
50	Estável
60	Estável

Fonte: Autora, 2025.

Conforme observado, o creme hidratante foi submetido a variações de temperatura de 10°C em um banho ultra termostático (Figura 23a), mantendo sua estabilidade em todas as condições testadas, conforme demonstrado na Figura 23b. A estabilidade observada indica que o produto é resistente a mudanças térmicas e é capaz de preservar suas características físicas, como textura, homogeneidade e aparência, mesmo diante de oscilações térmicas. Esse comportamento sugere que o creme possui propriedades que garantem sua eficácia e qualidade ao longo do tempo, independentemente das variações de temperatura a que possa ser exposto.

Figura 23 - Análise de estresse térmico com variação de temperatura (a) e avaliação da estabilidade após análise (b)

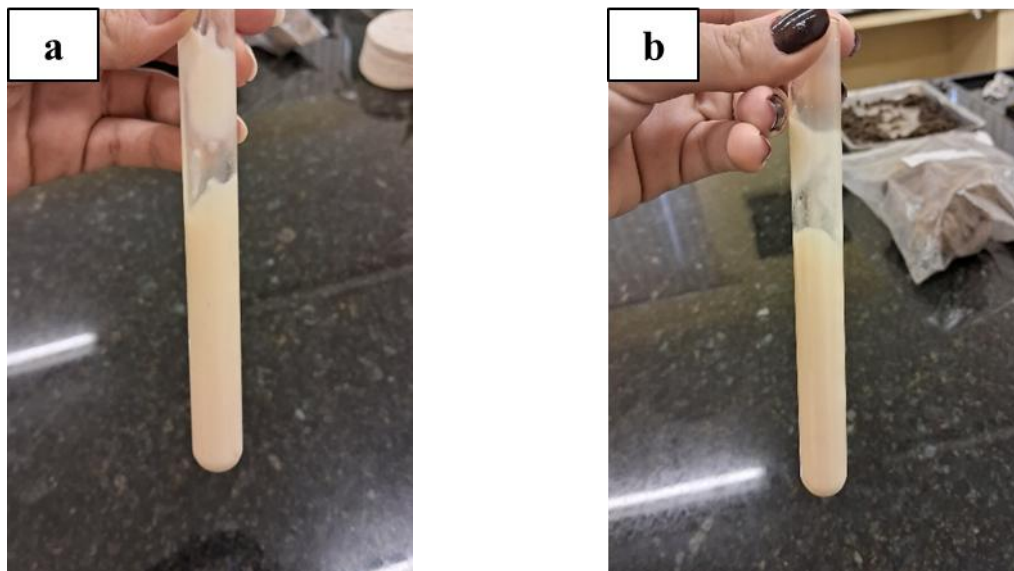


Fonte: Autora, 2025.

4.5.2.3 Congelamento e descongelamento

As Figuras 24a e 24b apresentam a formulação em temperatura ambiente antes da análise de congelamento e descongelamento e após 24 horas sob condições extremas de -5°C .

Figura 24 - Amostra de hidratante em temperatura ambiente (a) e amostra de hidratante após 24h à -5°C (b)



Fonte: Autora, 2025.

Após, a amostra foi submetida a uma temperatura de 40°C por mais 24 horas, permitindo a avaliação de sua estabilidade frente a variações térmicas e o resultado apresentado na Figura 25.

Figura 25 - Amostra de hidratante após 24h à 40°C



Fonte: Autora, 2025.

Dessa forma, observa-se que após o ciclo de congelamento e descongelamento, a formulação manteve-se estável, preservando suas características e garantindo seu desempenho mediante a variações extremas de temperatura.

4.5.3 Atividade antioxidante

A Tabela 13 apresenta o resultado da atividade antioxidante do creme hidratante.

Tabela 14 - Atividade antioxidante do creme hidratante

Amostra	Concentração em $\mu\text{M}/\text{Trolox}$	Inibição (%)
Creme hidratante	925,63	34,43

Fonte: Autora, 2025.

A formulação apresentou uma atividade antioxidante de 925,65 $\mu\text{M}/\text{Trolox}$, correspondendo a 34,43% de inibição. Esse resultado indica que o creme possui uma elevada atividade antioxidante, uma característica altamente valorizada em produtos cosméticos e farmacêuticos. Essa propriedade provavelmente está associada à incorporação de matérias-primas ricas em compostos antioxidantes, demonstrando que parte da atividade antioxidante dessas substâncias foi transferida para a formulação. Além disso, observa-se que a atividade antioxidante do creme supera a do próprio óleo de castanha-do-Brasil, evidenciando a eficácia da composição na manutenção dessa funcionalidade.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, foi possível comprovar o grande potencial do óleo de castanha-do-Brasil e da manteiga de bacuri para o desenvolvimento de produtos cosméticos e outras aplicações. A caracterização físico-química dessas matérias-primas demonstrou que os índices e acidez e peróxido estão de acordo com a ANVISA e os demais resultados estão compatíveis com outros trabalhos desenvolvidos. Além disso, a caracterização demonstra um perfil lipídico rico em ácidos graxos, como os ácidos oleico e linoleico, reconhecidos por suas propriedades benéficas à saúde.

Outrossim, os índices de aterogenicidade e trombogenicidade indicaram uma boa qualidade lipídica, compatível com os padrões descritos na literatura, reforçando sua adequação para aplicações cosméticas e nutricionais. Na análise por ressonância magnética nuclear (RMN), observou-se que os espectros das duas matérias-primas foram bastante similares, confirmando a composição lipídica de ambas. No entanto, identificou-se uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados no óleo de castanha-do-Brasil, o que justifica seu estado líquido à temperatura ambiente. Já na manteiga, a proporção de ácidos graxos insaturados é menor, o que contribui para sua consistência mais sólida, embora ambas apresentem semelhanças em sua composição.

A formulação do creme hidratante incorporando esses ingredientes naturais mostrou-se bastante eficaz, pois além da homogeneidade, mostrou alta estabilidade diante de variações extremas de temperatura e condições de estresse mecânico, conforme evidenciado pelos ensaios de centrifugação e estresse térmico. A densidade do produto também se manteve dentro dos padrões observados em formulações similares.

A atividade antioxidante da formulação apresentou resultados excelentes, indicando que os compostos bioativos presentes nos lipídios extraídos têm um papel importante na proteção contra processos oxidativos. Essas propriedades destacam o potencial dessas substâncias como ingredientes promissores para formulações fitocosméticas, evidenciado pela notável capacidade antioxidante observada no creme hidratante.

Logo, os resultados desta pesquisa destacam a viabilidade do uso de matérias-primas naturais da região amazônica, potenciais ativos atuam como componentes funcionais em produtos cosméticos, contribuindo para o desenvolvimento de formulações naturais, sustentáveis e eficazes para os cuidados com a pele. Além disso, a utilização dessas matérias-primas está alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 da ONU, voltado à promoção de uma produção e um consumo mais conscientes, contribuindo para a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos. Brasília: ANVISA, 2004. 52 p. ISBN 85-88233-15-0. Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf/@@download/file/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf>. Acesso em 10 jul. 2024.
- BALBI, M. E.; PENTEADO, P. T. P. S.; CARDOSO, G.; SOBRAL, M. G.; SOUZA, V. R. Castanha-do-Pará (*Bertholletia Excelsa* Bonpl): Composição Química e sua importância para a saúde. **Revista Visão Acadêmica**, Curitiba, v.15, n.2. 2014
- BAUMANN, Leslie. *The Baumann Skin-Type Indicator: A Novel Approach to Understanding Skin Type*. In: BAREL, André O.; PAYE, Marc; MAIBACH, Howard I. (Eds.). *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. 3. ed. New York: Informa Healthcare, 2009. p. 29-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/b15273-5>.
- BENTES, S. M. H.; SERRUYA, H.; ROCHA FILHO, G. N.; GODOY, R. L. O.; CABRAL, J. A. S.; MAIA, J. G. S. Estudo Químico das Sementes de Bacuri. **Acta Amazônia**, v. 16, 1986. <https://doi.org/10.1590/1809-43921986161368>.
- BERNANDO, A. F. C.; SANTOS, K.; SILVA, D. P. Pele: Alterações Anatômicas e Fisiológicas do Nascimento à Maturidade. **Revista Saúde em Foco**, n. 11, 2019.
- BITENCOURT, M. A. F. **Isotermas de dessecção, secagem e caracterização nutricional das amêndoas das castanha-do-Brasil da região amazônica**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde, 2020.
- BORGES, Fabio dos Santos & SCORZA, Flávia Acedo. **Terapêutica em Estética Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Editora Phorte, 2016.
- CANTEIRO, E. L. O.; WECKERLIN, E. R.; OLIVEIRA, C. A. S. Tratamentos Para Sinais De Envelhecimento Facial: Uma Revisão de Literatura. **Revista Magsul de Estética e Cosmética**, 2022.
- CARDOSO, B. R.; SILVA, G. B.; REIS, B. Z.; COZZOLINO, S. M. F. Brazil Nuts: Nutritional Composition, Health Benefits and Safety Aspects. **Food Research International**. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.036>
- CARVALHO, A. L. S.; MARTELLI, M. C.; NASCIMENTO, S. C. C.; BRASIL, D. S. B. Óleo de Castanha-do-Brasil: Métodos de Extração e Aplicações na Indústria. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27256>.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Technological Innovations in the Propagation of Açaí Palm and Bacuri. **Revista Brasileira de Floricultura**, v. 40, n. 1, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018679>.

- CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; LEÃO, N. V. M. Cronologia dos Eventos Morfológicos Associados à Germinação e Sensibilidade ao Dessecamento em Sementes de Bacuri (*Platonia Insignis* Mart. - Clusiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 475-479, 1998.
- CAVALCANTE, A. N.; LIMA, L. K. F.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS, F. P. S.; NASCIMENTO, M. O.; SOUZA, J. M. C.; RAI, M.; FEITOSA, C. M. Toxicity, Cytotoxicity, Mutagenicity and in vitro Antioxidant Models of 2-Oleyl-1,3-Dipalmitoyl-Glycerol Isolated from the Hexane Extract of *Platonia Insignis* Mart Seeds. **Toxicology Reports**, v. 7, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.01.014>.
- CAVALCANTE, P. B. *Frutas Comestíveis na Amazônia*. **Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, 2010. 282 p.
- CERANI, R.; PAIVA, F. R.; GONÇALVES, C. B.; BATISTA, E. A. C. MEIRELLES, A. J. A. Densidades e Viscosidades de Óleos Vegetais de Valor Nutricion. **Journal Chemical & Engineering Data**, v.53, n.8. 2008. <https://doi.org/10.1021/je800177e>
- CHUNHIENG, T.; PÉTRITIS, K.; ELFAKIR, C.; BROCHIER, J.; GOLI, T.; MONTET, D. Estudo da Distribuição de Selênio nas Frações de Proteína da Castanha-do-Brasil, *Bertholletia Excelsa*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 13, p. 4318-4322, 2004. <https://doi.org/10.1021/jf049643e>.
- COLZATO, M.; FORATO, L.; COLNAGO, L.; ASSIS, O. B. G. Identificação de Produtos da Oxidação de Óleos Comestíveis Através da Espectroscopia de RMN de ¹H. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 3, n. 3, 2009.
- COSTA JUNIOR, J. S.; ALMEIDA, A. A. C.; TOMÉ, A. R.; CITÓ, A. M. G. L.; SAFFI, J.; FREITAS, R. M. Evaluation of Possible Antioxidant and Anticonvulsant Effects of the Ethyl Acetate Fraction from *Platonia Insignis* Mart. (Bacuri) on Epilepsy Models. **Epilepsy & Behavior**, v. 22, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.09.021>.
- COSTA, Tainara. **Caracterização e propriedades funcionais de óleos extraídos de castanhas e nozes**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). São José do Rio Preto 2011.
- DOMANSKY, Rita de Cássia & BORGES, Eline Lima. **Manual para prevenção de lesões de pele**. Recomendações baseadas em evidências. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2012.
- FONSECA, Flávia Aparecida. **Avaliação da qualidade e estudo cinético de óleo de gergelim sob estresse termoxidativo por espectroscopia de UV e RMN de H¹ e C¹³**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa 2011
- FREITAS, C. E. P.; AMORIM, A. F. V.; SIQUEIRA, S. M. C.; QUEIROZ, A. E.; ALVES, A. M. B.; ALVES, A. Y. S.; JUNIOR, A. M. & SILVA, D. C. Estudo in vitro da Atividade Antioxidante por Captura do Radical Livre DPPH e Análise da Atividade Fotoprotetora do Óleo

de Castanha-do-Pará Extraído com Solvente Alternativo. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-576>.

FREITAS, C. E. P.; AMORIM, A. F. V.; SIQUEIRA, S. M. C.; RIBEIRO, S. G. O.; ALVES, A. Y. S. & JUNIOR, A. M. Extração do Óleo de Castanha-do-Pará via Soxhlet Utilizando Solvente Alternativo. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-582>.

GODOS, J.; GIAMPIERI, F.; MICEK, A.; BATTINO, M.; FORBES-HERNÁNDEZ, T. Y.; QUILES, J. L.; PALADINO, N.; FALZONE, L.; GROSSO, G. Effect of Brazil Nuts on Selenium Status, Blood Lipids, and Biomarkers of Oxidative Stress and Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. **Antioxidants**, v. 11, n. 403, 2022. <https://doi.org/10.3390/antiox11020403>.

HOLANDA, Tatiana Moura Vasconcelos. **Caracterização físico-química, citotoxicidade e potencial bioativo das manteigas de Bati (*ouratea sp.*) e Ucuuba (*virola surinamensis*)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal. 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agropecuária de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IMADA, K. S.; NUNES, M. R. S.; RODRIGUEZ, A. F. R.; MESCHIARI, C. A.; BRANDÃO, L. S.; TORRES, O. S.; MAIA, G. B. S.; FARIA, F. S. E. D. V. Caracterização Microbiológica e Físico-Química de Óleos Vegetais Extraídos de Frutos na Amazônia Ocidental – Brasil. **Revista DELOS**, v. 16, n. 43, 2023. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n43-030>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (1985). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1.: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

ISAAC, V. L. B.; CEFALI, L. C.; CHIARI, B. G.; OLIVEIRA, C. C. L. G.; SALGADO, H. R. N. Protocolo para Ensaio Físico-Químicos de Estabilidade de Fitocosméticos. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 1, 2008. ISSN 1808-4532.

JORGE, N.; LIVEIRA, M. V.; LUZIA, D. M. M. Caracterização Físico-Química de Manteigas de Frutos Amazônicos. **For Science**, v. 9, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.29069/forscience.2021v9n2.e979>.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. *Histologia Básica: Texto & Atlas*. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

KLUCZKOVSKI, A. M.; MARTINS, M. Nuts: Brazil Nuts. **Encyclopedia of Food and Health**, 2016. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00773-x>.

LEONARDI, G. R.; GASPAR, L. R.; CAMPOS, P. M. B. G. M. Estudo da Variação do pH da Pele Humana Exposta à Formulação Cosmética Acrescida ou Não das Vitaminas A, E ou de

Ceramida, por Metodologia Não Invasiva. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, 2002.

LIMA, Geovanni de Moraes. **Efeitos da manteiga da semente do bacuri (*Platonia insignis* mart.) em hamsters com hipercolesterolemia induzida por dieta hipercolesterolêmica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Farmacologia). Universidade Federal do Piauí (UFPI). Teresina, 2017.

LUSTOSA, A. K. M. F.; SILVA, F. V.; SILVA, E. R. S.; MENDES, A. N.; SOUSA, L. R.; CARVALHO, A. L. M.; OLIVEIRA, R. C. M.; CARVALHO, F. A. A.; ARCANJO, D. D. R.; CITÓ, A. M. G. Lecithin-based Organogel for an Industrialized Butter from *Platonia Insignis Mart.* Seeds and Its Anti-inflammatory Potential: Formulation and Preclinical Studies. **Journal of Global Innovation**, v. 2, n. 1, 2020.

MAIA, M. C. C.; MACEDO, L. M.; VASCONCELOS, L. F. L.; AQUINO, J. P. A.; OLIVEIRA, L. C.; RESENDE, M. D. V. Estimates of Genetic Parameters Using RELM/BLUP for Intrapopulational Genetic Breeding of *Platonia Insignis Mart.* **Revista Árvore**, v. 40, n. 3, 2016. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000300020>.

MARIA, V.; LUDKI, F.; Castanheira movimenta a economia da região amazônica. 2017. Disponível em: <<https://radios.ebc.com.br/viva-maria/edicao/2017-02/conheca-o-poder-da-castanheira-considerada-a-rainha-da-floresta-amazonica>> Acesso em: 21 Jun, 2024.

MATOS, Cristiana Filipa Serra. **Desenvolvimento de uma emulsão hidratante corporal biológica**. 2019. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

MATOS, G.B.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. **Levantamento socioeconômico do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

MEDINA, G. & S. FERREIRA. "Bacuri (*Platonia insignis* Mart.): o fruto amazônico que virou ouro." *Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. Indonesia: CIFOR (2004)

MELO, E. M.; FRANCISCO, A.; AMANTE, E. R.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Production and Properties of Powder and Pigments from Bacuri (*Platonia Insignis Mart*) Rinds. **Food Chemistry Advances**, v. 5, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100854>.

MICHALAK, M.; KIELTYKA-DADASIEWICZ, A. Nut Oils and Their Dietetic and Cosmetic Significance: A Review. **Journal of Oleo Science**, v. 68, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.5650/jos.ess18216>.

MIRALIKBARI, H.; SHAHIDI, F. Antioxidant Activity of Minor Components of Tree Nut Oils. **Food Chemistry**, v. 111, n. 2, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.008>.

MORETTO, E.; FETT, R. *Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos*. São Paulo: Varela, 1998.

MUNIZ, M. A. P.; DOS SANTOS, M. N. F.; DA COSTA, C. E. F.; MORAIS, L.; LAMARÃO, M. L. N.; RIBEIRO-COSTA, R. M.; SILVA-JUNIOR, J. O. C. Physicochemical Characterization, Fatty Acid Composition, and Thermal Analysis of *Bertholletia Excelsa* HBK Oil. **Pharmacognosy Magazine**, v. 11, n. 41, 2015. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.149730>.

NASCIMENTO, Walnice Maria Oliveira & CARVALHO, José Edmar Urano (2022). *Bertholletia excelsa*: Castanha-do-brasil. In: CORADIN, Lidio; CAMILLO, Julcécia; VIEIRA, Ima Célia Guimarães (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022. (Série Biodiversidade; 53). Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-euso-sustentavel/flora>>

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U. Ocorrência e Distribuição Geográfica do Bacurizeiro. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 29, n. 3, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300044>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 12 – Consumo e produção responsáveis**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>.

PEREIRA, E.; FERREIRA, M. C.; SAMPAIO, K. A.; GRIMALDI, R.; MEIRELLES, A. J. A.; MAXIMO, G. J. Physical Properties of Amazonian Fats and Oils and Their Blends. **Food Chemistry**, v. 278, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.016>.

PEREIRA, E.; FERREIRA, M. C.; SAMPAIO, K. A.; GRIMALDI, R.; MEIRELLES, A. J. A.; MAXIMO, G. J. Physical Properties of Amazon Fats and Oils and Their Blends. **Authorea**, 2020. <https://doi.org/10.22541/au.158464184.44547463>.

PESCE, Celestino. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª edição. Belém, 2009

PINHEIRO, R. C.; FERREIRA, L. M. M. C.; PEREIRA, G. V. S. P.; ANDRADE, E. H. A.; RÊGO, J. A. R.; SILVA-JÚNIOR, J. O. C.; RIBEIRO-COSTA, R. M.; BRASIL, D. S. B. Estudo do Resíduo Sólido do Processamento da Castanha-do-Brasil para a Obtenção de Subprodutos com Valor Agregado. **Conjecturas**, v. 22, n. 11, 2023. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1438-Z13>.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 9, 1999. ISSN 1231-1237.

REDA, Seme Youssef. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Avaliação Tecnológica de Matérias-Primas) – Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa, 2005

RIBEIRO, J. F.; FIGUEIREDO, M. L. F.; CARVALHO, A. L. M.; NETO, B. P. S. Atividades farmacológicas da manteiga de bacuri (*Platonia insignis* Mart.): revisão integrativa. **Revista Rene**, v. 22, 2021. <https://doi.org/10.15253/2175-6783.20212259963>.

ROCHA, F. A. T.; SILVA, L. H. M.; RODRIGUES, A. M. C. Bacuri (*Platonia insignis* Mart.): Nutritional values, volatile compounds, rheological properties, health benefits, and potential products. **Food Chemistry**, v. 436, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137528>.

ROCHA, Michelle Machado Veiga; MAIA, Miguel Fernando Saraiva; NASCIMENTO, Israel Sena; NASCIMENTO, Shirley Cristina Cabral e MARTELLI, Marlice Cruz. O potencial dos materiais botânicos da Amazônia na formulação de sabonete vegano. In: FARIA, Lênio José Guerreiro; ANDRADE, Elisangela Lima; COSTA, Cristiane Maria Leal; BRASIL, Davi do Socorro Barros (org.). *Processamento sustentável de produtos naturais amazônicos: transformação de matérias-primas e resíduos na economia circular*. 1. ed. Científica Digital, 2024. p. 103-118.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, J. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araca-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **European Food Research and Technology**, v. 218, n. 4, 2004. <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0853-6>.

SADOWSKA, J.; JOHANSSON, B.; JOHANNESSEN, E.; FRIMAN, R.; PRESS-BRONIARZ, L.; ROSENHOLM, J. B. Characterization of ozonated vegetable oils by spectroscopic and chromatographic methods. **Chemistry and Physics of Lipids**, v. 151, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2007.10.004>.

SANTOS, Márcio José Teixeira dos. **Aproveitamento de resíduos da indústria de óleos vegetais produzidos na Amazônia**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2014.

SANTOS, O. V.; CORRÊA, N. C. F.; SOARES, F. A. S. M.; GIOIELLI, L. A.; COSTA, C. E. F.; LANNES, S. C. S. Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes. **Food Research International**, v. 47, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.038>.

SCHONS, J. I.; FIORI, K. P.; RIBEIRO, E. B.; ANDRIGHETTI, C. R.; NOGUEIRA, R.; VALLADÃO, D. M. de S. Extração assistida por ultrassom e caracterização do óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Interciencia**, v. 42, n. 9, 2017. p. 586–590.

SILVA, N. C.; BEZERRA, B. J. S.; SIMÃO, E. P.; TENÓRIO, F. C. A. M.; NETO, A. C. A.; SANTOS, N. P. S.; CORREIA, M. T. S.; ANDRADE, F. M. Morfofisiologia da pele e o processo de envelhecimento cutâneo. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 4, 2024. <https://doi.org/10.25248/REAS.e16051.2024>.

SILVA, E. C. C.; ROCHA, C. B.; CUNHA, F. F. O óleo da castanha do Pará: contextualizando a presença do selênio e da vitamina E. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-048>.

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

SOUZA, Berna Almeida de. **Autenticação do óleo de andiroba por RMN e ferramentas quimiométricas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Amazonas, 2019.

TASSINARY, João. **Raciocínio clínico aplicado à estética facial**. Ed. Estética experts. 32-42 p. 2019

TEIXEIRA, N.; MELO, J. C. S.; BATISTA, L. F.; PAULA-SOUZA, J.; FRONZA, P.; BRANDÃO, M. G. L. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food Research International**, v. 119, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.058>.

TEODORO, Anderson Junger; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima; DOLINSKY, Manuela; MARTINEZ, Raquel Martins & TORRES, Taissa Lima. **Frutas Nativas e Exóticas do Brasil: Nutrição e Biodiversidade**. Appris Ltda, Curitiba, 2024.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences**, v. 1, 2007. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2007012>.

UEKANE, T. M.; NICOLOTTI, L.; GRIGLIONE, A.; BIZZO, H. R.; RUBIOLO, P.; BICCHI, C.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; REZENDE, C. M. Studies on the volatile fraction composition of three native Amazonian-Brazilian fruits: Murici (*Byrsonima crassifolia* L., Malpighiaceae), bacuri (*Platonia insignis* M., Clusiaceae), and sapodilla (*Manilkara sapota* L., Sapotaceae). **Food Chemistry**, v. 219, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.098>.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, 1991. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m).

VAN DE MARK, M. R.; SANDEFUR, K. *Vegetable oils in paint and coatings*. In: ERHAN, S. Z. (Ed.), *Industrial Uses of Vegetable Oils*. AOCS Press, Champaign, IL, USA, 2005. p. 143–162.

VASCONCELOS, T. B.; CARDOSO, A. R. N. R.; JOSINO, J. B.; MACENA, R. H. M.; BASTOS, V. P. D. Radicais Livres e Antioxidantes: Proteção ou Perigo?. **Journal of Health Science**, v. 16, n. 3, 2014. <https://doi.org/10.17921/2447-8938.2014v16n3p%25p>.

VILHENA, A. E. G.; SEHWARTZ, R. L. C.; BEZERRA, P. T. S.; BRASIL, D. S. B. Caracterização físico-química do óleo de castanha do Pará extraído por prensagem hidráulica. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 3, 2020. <https://doi.org/10.34115/basrv4n3-009>.

VOVK, H.; KARNPAKDEE, K.; LUDWIG, R.; NOSENKO, T. Enzymatic Pretreatment of Plant Cells for Oil Extraction. **Food Technology & Biotechnology**, v.61, n.2, 2023. <https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7896>

XAVIER, F. S.; GUARINIELLO, M. P.; FELIPPE, M. T. S. D. A. Desenvolvimento e análise de gel-creme hidratante contendo óleo de coco e óleo de palma. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 6, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.24933/rep.v6i1.267>.

YAMAGUCHI, K. K. L.; DIAS, D. S.; LAMARÃO, C. V.; CASTELO, K. F. A.; LIMA, M. S.; ANTONIO, A. S.; CONVERTI, A.; LIMA, E. S.; VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazonian Bacuri (*Platonia insignis* Mart.). Fruit Waste Valorisation Using Response Surface Methodology. **Biomolecules**, v. 11, 1767, 2021. <https://doi.org/10.3390/biom11121767>.