
Characterization and cytotoxicity analysis of acutly chestnut (*Couepia edulis* Prance) for use in herbal therapy

Caracterização e análise de citotoxicidade da castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance) para utilização na fitoterapia

Received: 2023-07-16 | Accepted: 2023-08-18 | Published: 2023-08-21

Linda Karolayne Tenório dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5267-7370>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: linda_karolayne@hotmail.com

Emerson Silva Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9367-2812>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: eslima@ufam.edu.br

Felipe Moura Araújo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-1372>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: labcgca@ufam.edu.br

Alexandre Augusto Barai

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1051-5318>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: baraialexandre@gmail.com

Rita de Cássia Saraiva Nunomura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1119-7238>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: laeqca@ufam.edu.br

Francisca das Chagas do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6262-9125>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: francisca.souza@inpa.gov.br

Whendel Mesquita do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7556-4423>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: whendelmesquita@ufam.edu.br

Adele Salomão de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6779-5544>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: adelesalomao@gmail.com

Rosany Piccolotto Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1374-6181>
Universidade Federal do Amazonas, Brazil
E-mail: prosany@ufam.edu.br

ABSTRACT

The Brazilian Amazon rainforest is rich in natural resources, which are widely used in areas such as food and health, especially for local populations. *Couepia edulis* Prance is a tree from the Amazon, consisting of fruits called agouti nut, which its use as a herbal medicine is widespread in the Amazon region. That said, the aim of this article was to verify the cytotoxicity of Agouti nut oil. For this, the nutritional characteristics, physical-chemical and bioactive properties of agouti nut oil were verified, for subsequent cytotoxicity bioassay. In the centesimal composition it was identified: Caloric Value 658.84 ± 0.02 ; Proteins 10.01 ± 0.03 ; Ash 2.34 ± 0.04 ; Lipids 61.20 ± 0.15 ; Carbohydrates 17.00 ± 0.20 ; Fibers 29.74 ± 0.64 . In the fatty acid profile: arachidic (0.42%), palmitoleic (1.02%), stearic (7.11%), linoleic (14%), palmitic (29.20%), oleic (35.01%). In the cytotoxicity assay at different extract concentrations (100; 50; 6.25 and $1.56 \mu\text{g.mL}^{-1}$) cell viability of 78.60 to 90.20% was identified. We conclude that the almond and the oil of the Agouti nut at the nutritional and physical-chemical level were within the food standards for consumption, with a high content of total fibers.

Keywords: Chrysobalanaceae; Herbal medicine; *Couepia edulis*; Amazonian oilseeds

RESUMO

A floresta amazônica brasileira é rica em recursos naturais, que são amplamente utilizados em áreas como alimentícia e saúde, principalmente nas populações locais. A *Couepia edulis* Prance é uma árvore oriunda da Amazônia, sendo constituída por frutos chamados de castanha-de-cutia, o qual seu uso como fitoterápico é bem difundido na região amazônica. Posto isso, o objetivo deste artigo foi verificar a citotoxicidade do óleo da Castanha-de-cutia. Para isso, foram verificadas as características nutricionais, propriedades físico-químicas e bioativas do óleo castanha-de-cutia, para posterior bioensaio de citotoxicidade. Na composição centesimal foi identificado: Valor Calórico $658,84 \pm 0,02$; Proteínas $10,01 \pm 0,03$; Cinzas $2,34 \pm 0,04$; Lipídeos $61,20 \pm 0,15$; Carboidratos $17,00 \pm 0,20$; Fibras $29,74 \pm 0,64$. No perfil de ácidos graxos: araquídico (0,42%), palmitoleico (1,02%), esteárico (7,11%), linoleico (14%), palmítico (29,20%), oleico (35,01%). No ensaio de citotoxicidade em diferentes concentrações do extrato (100; 50; 6,25 e $1,56 \mu\text{g.mL}^{-1}$) foram identificadas viabilidade celular de 78,60 à 90,20%. Concluímos que a amêndoa e o óleo da Castanha-de-cutia a nível nutricional e físico-químico mostraram-se dentro dos padrões alimentícios para consumo, com alto teor de fibras totais.

Palavras-chave: Chrysobalanaceae; Fitoterápico; *Couepia edulis*; Frutos oleaginosos amazônicos

INTRODUÇÃO

Os fitoterápicos são plantas utilizadas para tratar doenças, podendo ser obtidos tanto a partir da planta inteira quanto de produtos derivados, como óleos, pílulas ou cremes (MIRALDI, 2018). Os medicamentos fitoterápicos são aqueles que possuem respaldo científico e são regulamentados por órgãos responsáveis. Além disso, eles são vendidos em farmácias e podem ser prescritos por médicos como uma opção de tratamento (FALZON E BALABANOVA, 2017).

A floresta amazônica é a maior floresta tropical do mundo, composta por diferentes tipos de matas, como terra firme, várzea e igapó, e caracterizada por um clima quente e úmido, a floresta abriga uma ampla variedade de plantas (ASSIS, 2009; BRASIL, 2004). Essas plantas, muitas delas com potenciais medicinais, são consideradas recursos naturais terapêuticos utilizados pela

população local, frequentemente na forma de chá ou infusão (CAVALCANTE, 2016; MAFRA, 2019). Além disso, a vasta extensão hidrográfica da região amazônica contribui para a diversidade dessas plantas medicinais.

A *Couepia edulis* Prance está presente na parte central da Amazônia brasileira, inclusive entre Tefé e Coari. (COSTA, 2011). A árvore possui tamanho médio de 25-30 m, seu fruto é composto por uma densa camada de castanha, que envolve a amêndoa, seu peso total é aproximadamente 82g e a amêndoa, em torno de 15g. O óleo desse fruto amazônico é inodoro e representa 73% da amêndoa, possuindo níveis representativos de gorduras monoinsaturadas e de compostos antioxidantes (ASSIS; PESSOA, 2009; COSTA-SINGH; BITENCOURT; JORGE, 2012).

Os principais constituintes que fazem dessas plantas potencialmente eficazes contra patologias são os metabólicos secundários ou fitoquímicos, que são os compostos fenólicos, alcaloides, terpenos e nitrogenados. Essas substâncias possuem atividades biológicas no organismo, como ação anti-inflamatória, antioxidante, anticâncer e neuroprotetoras (UCHE, 2017; LOPEZ, 2018). Os metabólicos primários, tais como lipídios, carboidratos e proteínas são importantes para a nutrição humana e metabolismo humano (TEODORO, 2019). Nesse contexto, a fitoterapia é vista como um caminho para o tratamento de doenças, por seu baixo custo-benefício, variedades de plantas e possível redução de efeitos colaterais. Posto isso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e verificar a citotoxicidade do óleo da Castanha-de-cutia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos maduros da *Couepia edulis* Prance foram coletados no município de Rio Preto da Eva, no estado do Amazonas. Foram obtidos 4Kg de amêndoa que foram colocados em temperatura de -10°C, para posterior secagem, trituração e prensagem. Para obtenção do óleo de *Couepia edulis* Prance, foi utilizada a prensagem a frio por meio de prensa hidráulica. Em seguida, o óleo foi condicionado em vidro âmbar, à -18°C. Para 4kg de amêndoa foi obtido 500ml de óleo.

Análise da Composição Centesimal da Amêndoa

As amostras da amêndoa da castanha foram submetidas às análises de umidade, proteína, lipídeos, cinzas, carboidratos, fibra alimentar total e valor calórico total para a determinação da composição centesimal. Cada aspecto foi observado em triplicata, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) para análise de alimentos e da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000).

Perfil de ácidos graxos

O óleo da *Couepia edulis Prance* passou por esterificação com metanol em meio básico. Em seguida, o perfil dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feito em triplicata, no cromatógrafo gasoso acoplado a um espectrofotômetro de massas (IAL, 2008).

Índice de Saponificação

A amostra de óleo foi adicionada à solução alcoólica de hidróxido de potássio. A solução foi conectada em condensador e fervida até a completa saponificação da amostra. Em seguida, o sistema foi resfriado e titulou-se a amostra com solução padrão de cloreto de sódio 0,5 M, utilizando-se duas gotas de indicador solução de fenolftaleína 1%.

Determinações da Acidez

O índice de acidez é a quantidade de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama da amostra do óleo. À amostra foi adicionada solução de éter:álcool (2:1) neutra. Titulou-se com solução padrão de hidróxido de sódio 0,1 M, na presença de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, como indicador da titulação (ALMEIDA, 2011).

Índice de Peróxido

A amostra foi misturada à solução de ácido acético-clorofórmio (3:2). Acrescentou-se iodeto de potássio, e titulou-se com solução de Tiosulfato de sódio 0,01 N, com constante agitação, até quase o desaparecimento da coloração amarela (SILVA, 2017).

Densidade Relativa

Pesou-se o picnômetro vazio e com amostra à temperatura ambiente de 26C, para posterior cálculo (ALMEIDA, 2011).

Compostos Fenólicos

A quantidade de compostos fenólicos foi obtida conforme Parry (2006) e modificações. A amostra de óleo foi solubilizada em hexano e submetida à centrifugação por 15min à 3000rpm. Posteriormente, retirou-se a parte hidro alcoólica para quantificação de fenóis totais, através da espectrofotometria na região visível, a 750nm, utilizando o método adaptado de Folin-Ciocalteu, em triplicata. Para elaboração da curva de calibração foi aplicado o ácido gálico nas concentrações de 1 a 10 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ e os valores de fenóis totais expressos em equivalente de ácido gálico (SCHONS, 2017).

Tocoferóis Totais

A composição de tocoferóis totais foi determinada pelo método AOCS Ce 8-89¹¹, injetando a amostra diluída em hexano no cromatógrafo líquido com detector de fluorescência (CLAE). A quantificação foi alcançada por padronização externa, por meio de padrões de α -, β -, γ - e δ -tocoferol, sendo expressos em mg.kg⁻¹ de óleo (GUINAZ et al., 2009).

Determinação de citotoxicidade

O teste de citotoxicidade foi realizado conforme a metodologia de AHMED e al (1994). Numa placa de 96 poços, as células MRC-5 de fibroblastos foram plaqueadas na concentração de $0,5 \times 10^4$ células por poço. Passadas 24 horas de incubação, as células foram tratadas com óleo nas concentrações de 100, 50, 6,25 e 1,56 $\mu\text{g/mL}$, cada concentração em 24 poços. Posteriormente, foi adicionado 10 μL da solução de Alamar Blue, em cada triplicata. Para controle negativo foi usado o meio de cultura com DMSO a 0,01 %. Depois da metabolização da resazurina (3h), foi feita a leitura da fluorescência em leitor de ELISA, obtendo-se a viabilidade celular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Centesimal da Amêndoa da Castanha-de-cutia

A análise centesimal quantifica e verifica a composição nutricional dos alimentos, trazendo informações para as áreas de agricultura, saúde e comércio (FREIRIA, 2018). Os macronutrientes estudados como, proteínas, lipídeos e carboidratos, participam do metabolismo corporal, portanto, sua presença em quantidades suficientes na dieta é essencial (TAŞĞIN, 2017). A quantidade de calorias recomendadas diariamente é de 2.000Kcal, estipula-se que uma dieta adequada deve conter 10%-15% de proteína, 15%-30% de lipídeos e 55%-65% de carboidratos (MAHAN; RAYMOND, 2018).

Tabela 1 - Composição centesimal da Castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance), expressas em g.100⁻¹ e valor calórico em kcal/100g

Composição	Valor
Umidade	9,44 ± 0,04
Proteínas	10,01 ± 0,03
Cinzas	2,34 ± 0,04
Lipídeos	61,20 ± 0,15
Carboidratos **	17,00 ± 0,20
Fibras	29,74 ± 0,64
Valor Calórico	658,84± 0,02

*Valores médios ± erro padrão, com determinações em triplicata.

**Cálculo por diferença.

Conforme a Comissão *Codex Alimentarium*, a quantidade mínima de proteína em 100g de um alimento sólido para trazer benefício ao organismo é de 6%, e o valor de carboidratos e lipídeos deve ser de no máximo 5% e 3%, respectivamente, enquanto o valor calórico deve ser acima de 40Kcal. Apesar de estar acima do recomendado, em relação a lipídeos e carboidratos, a amêndoa possui valores próximos a outras castanhas consumidas, como, por exemplo, a castanha-do-brasil, que possui 70,80% e 12,20%, respectivamente (Silva et al.,2019).

As fibras são carboidratos e a quantidade recomendada em um alimento é acima de 3g a cada 100g, logo, a amêndoa da castanha-de-cutia, com 29,74g, possui alto teor desse micronutriente. O consumo preconizado de fibras é de 25g a 35g por dia (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005; BERNAUD E RODRIGUES, 2013; NOGUEIRA et al., 2020).

Perfil de Ácidos Graxos

Ácidos graxos são lipídeos que tem como base de sua estrutura um ácido carboxílico, essas moléculas são de longas cadeias e podem ser saturados ou insaturados, sendo essenciais para o organismo humano (FROES, 2017). Na análise do óleo da Castanha-de-cutia, foram encontradas seis frações de ácidos graxos: araquídico (0,42%), palmitoleico (1,02%), esteárico (7,11%), linoleico (14%), palmítico (29,20%), oleico (35,01%). No total, obteve-se 36,73% de ácidos graxos saturados, 36,03% de monoinsaturados e 14% de poli-insaturados (Tabela 2). O ácido graxo de maior ocorrência foi o oleico (35,01%), ômega 9, que é associado a benefícios cardíacos, redução da gordura corporal, regulação do metabolismo celular e prevenção de inflamações (WEI et al., 2016; FAYEZI et al., 2017; TUTUNCHI, OSTADRAHIMI, SAGHAFI-ASL, 2020).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos de óleos da Castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance) em %

Ácidos Graxos	Valor médio (%)*
Palmitoleico (C16:1)	1,02
Palmítico (C16:0)	29,20
Linoleico (C18:2)	14,00
Oleico (C18:1)	35,01
Esteárico (C18:0)	7,11
Araquídico (C20:4)	0,42
Saturados	36,73
Monoinsaturados	36,03
Poli insaturados	14,00

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

O segundo ácido graxo de maior prevalência, com 29,20%, foi o ácido palmítico, saturado (**Tabela 2**). Mesmo possuindo funções biológicas necessárias a nível celular e tecidual, essa classe de compostos pode aumentar o índice de colesterol LDL e desregular o metabolismo corporal, ocasionando doenças coronárias e aterosclerose, quando ingeridos em excesso (CARTA et al., 2017; XU et al., 2019). O ácido linoleico localiza-se na terceira maior concentração, com 14%, por ser um ácido graxo poli-insaturado melhora a resposta imunológica e reduz a obesidade (FREITAS et al., 2020). Juntamente com o ácido linolênico (ômega 3), causa a diminuição da pressão arterial, triglicerídeos e colesterol. Conforme a *Dietary Reference Intakes* (DRI), a proporcionalidade de ingestão apropriada entre ômega-6 e ômega-3 é de 2:1, em contrapartida, para OMS/FAO, essa proporção pode ser de 5:1 a 10:1 (IZAR et al., 2021).

Em relação à quantidade de ácidos graxos saturados, o óleo da Castanha-de-cutia, com 36,73%, apresentou maior quantidade que o de outras oleaginosas como Castanha-do-Brasil e Castanha-de-Caju, que expressaram valores de 27,11% e 18,09%, respectivamente. Esses lipídeos devem estar presentes no organismo em até 7% do total desses compostos, para que o metabolismo corporal possa manter-se em equilíbrio. Caso, essa quantidade seja maior, existe a possibilidade do surgimento de doenças cardiovasculares e aumento do colesterol LDL (MARTINEZ-GONZALEZ et al., 2019; PIZZORNO, MURRAY, 2020).

Análises Físico-Químicas

As análises físico-químicas são necessárias para verificar se os óleos vegetais são apropriados para consumo. O índice de saponificação está relacionado à qualidade do líquido, onde é observado seu grau de deterioração e estabilidade. Conforme o padrão internacional, um

óleo de qualidade deve ter entre 177 e 187 mg KOH g⁻¹ de índice (VIEIRA et al., 2018). A castanha-de-cutia apresentou valor dentro do padrão para consumo, com 187 mg KOH g⁻¹ (**Tabela 3**).

Tabela 3. Características Físico-Químicas de óleos da Castanha-de-cutia (*Couepia edulis Prance*)

Características	Castanha-de-cutia (2022)*
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	187,84 ^c
Acidez (mg KOH/g)	0,58 ^b
Peróxidos (meq/kg)	0,77 ^b
Densidade Relativa (g/mL)	0,89 ^a

*Valores médios.

O teor de acidez está associado à quantidade de ácidos graxos livres, esse fator interfere na qualidade e conservação do óleo. Para óleo obtido por prensagem a frio, as normas internacionais sugerem um valor de no máximo 4mg KOH/g, acima disso, o consumo é impróprio (AQUINO-BOLANOS et al., 2019; ATAÍDE, VINGRE, TOURO, 2020). A Castanha-de-cutia, com 0,58 mg KOH/g esta conforme os padrões internacionais (**Tabela 3**).

O índice de peróxido representa a oxidação do óleo, visto que, são os primeiros compostos liberados na deterioração de ácidos graxos, retratando os radicais livres. Em óleos prensados a frio, a Comissão Codex Alimentarium estabelece que o valor de peróxidos deva ser de no máximo 15 meq/kg (MOURA et al., 2019; MESQUITA et al., 2020). Portanto com 0,77 meq/kg, o óleo de castanha-de-cutia segue no padrão (Tabela 3). No que diz respeito à densidade, ela está interligada a adulteração do óleo, pois, a modificação da densidade indica que algum contaminante possa existir. Os óleos possuem densidade entre 0,89 e 0,92 g/mL (OLANIYI et al., 2014; ALMEIDA, 2015), logo, pode-se constatar que o valor de 0,89 g/mL da castanha-de-cutia está no padrão recomendado (**Tabela 3**).

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são fitoquímicos produzidos pelas plantas para diversas funções tanto protetoras como estruturais. A quantidade dessas substâncias varia conforme fatores climáticos, colheita, armazenamento e maturação. Esses compostos são antioxidantes, ou seja, retarda o estresse oxidativo, este consiste na liberação excessiva de radicais de oxigênio, relacionando-o a diversas doenças não transmissíveis, como diabetes e doenças cardiovasculares (ARNOSO et al., 2018; MORAIS et al., 2019; ESPINDOLA, 2019). Pode-se observar que o óleo da Castanha-de-cutia possui quantidade favorável de compostos fenólicos, ele está no padrão observado em pesquisas de castanhas consumidas no Brasil e Estados Unidos, que variou de 0,32 mg de EAG.g⁻¹ a 4,20 mg de EAG.g⁻¹ (EGEA et al., 2017).

Tabela 4. Compostos fenólicos de óleo da Castanha-de-cutia (*Couepia edulis Prance*)

Bioativo	Castanha-de-cutia (2022)*
Compostos fenólicos (mg de EAG.g-1)	2,30

*Valor médio.

Tocoferóis Totais

Tocoferóis são substâncias lipossolúveis presentes em oleaginosas, como as castanhas. Esses compostos são antioxidantes e comumente chamados de Vitamina E (UMEDA, 2017). Essa função antioxidante está relacionada à sua capacidade de proteger os lipídeos poli-insaturados das membranas celulares contra o ataque de radicais livres, que são responsáveis pela oxidação de células. Isso corrobora para seu efeito cardioprotetor, pois, tem a capacidade de inibir a oxidação do LDL, além disso, pode prevenir doenças neurodegenerativas e cancerígenas, portanto sendo essencial para a nutrição humana (GRILO et al., 2013). Foi evidenciado que o óleo da Castanha-de-cutia apresentou quantidade maior de tocoferóis totais que as outras castanhas, que variaram de 140,80 mg.kg⁻¹ a 234,26 mg.kg⁻¹ (FUNASAKI et al., 2013; OLATUNYA, 2021), assim, evidenciando seu potencial antioxidante (**Tabela 5**).

Tabela 5. Média do teor de tocoferóis totais do óleo da Castanha-de-cutia (*Couepia edulis Prance*).

Bioativo	Castanha-de-cutia (2022)*
Tocoferóis Totais (mg.kg ⁻¹)	479,17± 0,85

* Valores médios ± erro padrão, com determinações em triplicata.

Citotoxicidade

A medição de citotoxicidade é um parâmetro essencial dentre os testes biológicos, para avaliar substâncias e materiais que serão utilizados por seres humanos. A análise pela viabilidade celular *in vitro* é uma forma simples de avaliar o efeito de uma substância em relação às células estudadas, no caso, células normais de fibroblastos. Nesse ensaio foi avaliado se o óleo da castanha de cutia causa a morte celular (LI, ZHOU, XU, 2015; NETO, 2018).

Tabela 6. Viabilidade Celular do óleo da Castanha-de-cutia, em diferentes concentrações.

Concentração (µg.mL ⁻¹)	100	50	6,25	1,56	Controle DMSO 0,01%
Viabilidade Celular (%)	78,60 ^a	82,30 ^b	85,50 ^c	90,20 ^d	100 ^e

*Valores médios. Mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$)

Foi demonstrado que nas concentrações analisadas do óleo da Castanha-de-cutia, as viabilidades celulares foram de 78,60% a 90,20% (**Tabela 6**). Portanto o óleo não tem potencial citotóxico, pois suas viabilidades estão acima de 70%, caso o valor fosse menor que essa porcentagem, seria considerado citotóxico (ISO 10993-5, 2009; VIEIRA, 2014). A viabilidade celular do óleo da Castanha-de-cutia, nas diferentes concentrações, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$).

Atualmente, os frutos amazônicos têm despertado um grande interesse tanto na área científica quanto na indústria alimentícia e farmacêutica. Existem várias direções promissoras para pesquisas futuras com esses frutos, visando explorar seu potencial econômico, nutricional e medicinal, como: composição nutricional, propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, atividade antimicrobiana e antifúngica, estudos farmacológicos etc.

CONCLUSÃO

A amêndoa e o óleo da Castanha-de-cutia a nível nutricional e físico-químico mostraram-se dentro dos padrões alimentícios para consumo, com alto teor de fibras totais. O perfil lipídico do óleo mostrou teores satisfatórios de ácidos graxos. O óleo não apresentou citotoxicidade, enquanto a quantidade de compostos fenólicos e de tocoferóis totais do óleo foi significativa. Pode-se concluir que o óleo da Castanha-da-cutia apresenta potencial para tornar-se um fitoterápico visto sua baixa toxicidade celular, quantidade expressiva de compostos fenólicos totais, tocoferóis, alto teor de fibras e ácidos graxos insaturados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Amazonas e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia por disponibilizar a análise deste estudo nos laboratórios. O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no Brasil pela bolsa durante este estudo. Agradecemos à FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas) pelo custeio da publicação,

CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR

Todos os autores estiveram envolvidos na obtenção do artigo.

DECLARAÇÃO DE DIVULGAÇÃO

Nenhum conflito de interesse declarado pelos autores.

REFERÊNCIAS

Aquino-Bolaños, E., Huerta, E., del Campo, S., Meza, S., Servia, J., Meza, H., Contreras, R. (2019). Physical and chemical characterization of oil the from the tapirira mexicana marchand seed. *Interciência*, 44(4), 236-240.

AOCS. (1996). *Official methods and recommended praticces of the American Oil Chemists` Society*. Champaign.

Ahmad, F., Anderson, R. (2021). The Leading Causes of Death in the US for 2020. *JAMA*, 325(18), 1829–1830. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.5469>

Ataide, B., Vinagre, E., Toro, M. (2020). Obtaining and determining the physicochemical parameters of inajá almond oil. *Advances in Science, Food Technology*, 2, 296-304. <https://doi.org/10.37885/201102221>

Arnosso, B., Costa, G., Schmidt, B. (2019). Bioavailability and classification of phenolic compounds. *Nutr Bras*, 18(1), 39-48. <https://doi.org/10.33233/nb.v18i1.1432>

Assis, O., Pessoa, J. (2009). An evaluation of fibrous structure and physical characteristics of Cutia nut (*Couepia edulis* Prance) shell. *Acta Amaz*, 39(4), 981-986. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000400027>

Bredin, Y., Hawes, J., Peres, C., Haugaasen, T. (2020). Structure and Composition of Terra Firme and Seasonally Flooded Várzea Forests in the Western Brazilian Amazon. *Forests*, 11(12), 1361. <https://doi.org/10.3390/f11121361>

Bernaudo, F., Rodrigues, T. (2013). Dietary fiber: adequate intake and effects on metabolism health. *Arq Bras Endocrinol Metab*, 57(6), 397-405. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>

Borges, L., Amorim, V. (2020). Secondary plant metabolites. *Revista Agroecologia* 11(1), 54-67.

Bonneau, X., Impens, R. (2022). Experimental determination of the optimum oil palm planting density in Western Africa. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 29, 30-40. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022019>

Carta, G., Murru, E., Banni, S., Manca, C. (2017). Palmitic Acid: Physiological Role, Metabolism and Nutritional Implications. *Front Physiol*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00902>

Costa, T., Jorge, N. (2011). Beneficial Bioactive Compounds Present in Nuts and Walnuts. *Ciência Biológica e da Saúde*, 13(3), 195–203.

Costa-Singh, T., Biitencourt, T., Jorge, N. (2012). Characterization and bioactive compounds of cutia-nut oil (*Couepia edulis*). *Revista Do Instituto Adolfo Lutz*, 71(1), 61–68. <https://doi.org/10.53393/rial.2012.v71.32392>

Egea, M., Lima, D., Lodete, A., Takeuchi, K. (2017). Bioactive Compounds in Nuts and Edible Seeds: Focusing on Brazil Nuts and Baru Almond of the Amazon and Cerrado Brazilian Biomes. *J Nutr Metab*, 3(2).

Falzon, C., Balabanova, A. (2017). Phytotherapy: An Introduction to Herbal Medicine. *Prim Care*, 44(2), 217 - 227. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2017.02.001>

Ferreira, E., Santos, E., Monteiro, J., Gomes, M., Menezes, R., Souza, M. (2019). The use of medicinal and phytotherapy plants: an integrational review on the nurses' performance. *Brazilian Journal of Health Review*, 2(3), 1511-1523.

Fayezi, S., Leroy, J., Novin, M., Darabi, M. (2018). Oleic acid in the modulation of oocyte and preimplantation embryo development. *Zygote*, 26(1), 1-13. <https://doi.org/10.1017/S0967199417000582>

Freiria, E. (2018). *Bromatology*. Londrina: Educational Publisher and Distributor S.A.

Freitas, D., Lopes, G., Nascimento, B., Pereira, L., Batista, R., Junior, P. (2020). Conjugated linoleic acid as a potential bioactive molecule to modulates gamete and embryo cryotolerance, *Cienc. anim. Bras*, 21(1). <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-63574>

Funasaki, M., Menezes, I., Santos, H., Zanotto, S., Carioca, C. (2013). Tocopherol profile of Brazil nut oil from different geographic areas of the Amazon region. *Acta Amaz*, 43 (4). <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000400012>

Grilo, E., Costa, P., Lima, M. et al. (2013). Determination of vitamin E in cashew and its relation to the nutritional recommendations in humans. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 72(1), 41-46.

Guinaz, M., Milagres, R., Pinheiro-Sant'Ana, H., Chaves, J. (2009) Tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and eggs,. *Quím. Nova*, 32(8), 2098-2103. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000800021>

Gilbraith, W., Carter, J., Adams, K., Booksh, K., Ottaway, J. (2021). Improving Prediction of Peroxide Value of Edible Oils Using Regularized Regression Models. *Molecules*, 26(23), 7281. <https://doi.org/10.3390/molecules26237281>

Institute of Medicine. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington: National Academies Press

Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos*. São Paulo: IAL

Izar, M. et al. (2021). Position on Fat Consumption and Cardiovascular Health – 2021. *Arq. Bras. Cardiol*, 116 (1). <https://doi.org/10.36660/abc.20210278>

- Jain, C., Khatana, S., Vijayvergia, R. (2019). Bioactivity of secondary metabolites of various plants: a review. *IJPSR*, 10(2), 494-504. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(2\).494-04](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(2).494-04)
- Lutz, M., Fuentes, E., Ávila, F., Alarcón, M., Palomo, I. (2019). Roles of Phenolic Compounds in the Reduction of Risk Factors of Cardiovascular Diseases. *Molecules*, 24(2), 366. <https://doi.org/10.3390/molecules24020366>
- Marengo, J., Souza, C., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. (2018). Changes in climate and land use over the Amazon region: current and future variability and trend. *Front. Earth Sci*, 6: 228. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00228>
- Mahan, L., Raymond, J. (2018). *Krause food, nutrition and diet therapy*. Rio de Janeiro: Elsevier
- Martínez-González, M., Gea, A., Ruiz-Canela, M. (2019) The Mediterranean Diet and Cardiovascular Health. *Circ Res*, 124(5), 779-798. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313348>
- Mesquita, J et al. (2020). Fatty acid profile and physicochemical characterization of buriti oil during storage. *Ciência Rural*, 50(11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190997>
- Moura, C., Silva, B., Castro, A., Moura, E., Veloso, M., Sittolin, I., Araujo, E. (2019). Physicochemical Characterization of Oleaginous Vegetable Oils Adaptable to the Brazilian Northeast with Potential for Biodiesel Production. *Rev. Virtual Quim*, 11(3), 573-595.
- Miraldi, E., Baini, G. (2018) Medicinal plants and health in human history: From empirical use to modern phytotherapy. *Journal of the Siena academy of Sciences*, 10, 7-12. <https://doi.org/10.4081/jsas.2018.8529>
- Nogueira, L., Silva, P., Morimoto, J., Ricci, R., Maximino, P., Fisberg, M. (2020). Fiber consumption and eating difficulties in childhood: contributing foods and associated factors. *Saúde (Santa Maria)*, 46(2). <https://doi.org/10.5902/2236583448311>
- Olaniyi, A., Babalola, O., Oyediran, A. (2014). Physicochemical properties of palm kernel oil. *Research Journal of Biological Sciences*, 6(5), 205-207
- Pizzorno, J., Murray, M. (2020). *Textbook of Natural Medicine*. Churchill Livingstone: Londres.
- Pinto, T., Aires, A., Cosme, F., Bacelar, E., Morais, M., Oliveira, I., Ferreira-Cardoso, J., Anjos, R., Vilela, A., Gonçalves, B. (2021). Bioactive (Poly)phenols, Volatile Compounds from Vegetables Medicinal and Aromatic Plants. *Foods*, 10(1), 106. <https://doi.org/10.3390/foods10010106>
- Quinalha, F., Manin, P., Antunes, M et al. (2021). Influence of fatty acids composition in different tissue of mice feeds with fish oils. *Research, Society and Development*, 10(16). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23706>

Santos, D., Moraes, J., Araujo, Z., Silva, I. (2019). Traditional knowledge about medicinal plants in the conservation of Amazonian biodiversity. *Ciências em Foco*, 12(1), 86-95.

Silva, A., Cardozo, L., Cruz, B., Mafra, D., Stockler-Pinto, M. (2019). Nuts and cardiovascular diseases: focus on Brazil nuts. *Int. j. cardiovasc. Sci*, 32(3), 274-282. <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20190016>

Sarvmeili, N., Jafarian-Dehkordi, A., Zolfaghari, B. (2016). Cytotoxic effects of Pinus eldarica essential oil and extracts on HeLa and MCF-7 cell lines. *Res Pharm Sci*, 11(6), 476–483. <https://doi.org/10.4103/1735-5362.194887>

Schons, J., Fiori, K., Ribeiro, E., Andrighetti, C., Nogueira, R., Valladão, D. (2017). Ultrasound-assisted extraction and characterization of oil from Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). *Interciencia*, 42(9), 586-590.

Taşğın, E. (2017). Macronutrients and Micronutrients in Nutrition. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 1(1), 10-15.

Tutunchi, H., Ostradahime, A., Saghafi-asl, M. (2020). The Effects of Diets Enriched in Monounsaturated Oleic Acid on the Management and Prevention of Obesity: a Systematic Review of Human Intervention Studies. *Adv Nutr*, 11(4), 864–877. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa013>

Wei, C., Yen, P., Chang, S., Cheng, P., Lo, Y., Liao, V. (2016) . Antioxidative Activities of Both Oleic Acid and Camellia tenuifolia Seed Oil Are Regulated by the Transcription Factor DAF-16/FOXO in *Caenorhabditis elegans*. *PLoS Um*, 11 (6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157195>

Vieira, J., Sousa, T., Rosas, L. et al. (2018) Homogeneous esterification and transesterification of vegetable oils with high free fatty acids content. *Quim. Nova*, 41(1), 10-16. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170148>

Varona, E., Tres, A., Rafecas, M., Vichi, S et al. (2021). Methods to determine the quality of acid oils and fatty acid distillates used in animal feeding. *MethodsX*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101334>

Xu, L., Wang, W., Zhan, X. et al. (2019). Palmitic acid causes insulin resistance in granulosa cells via activation of JNK. *Journal of Molecular Endocrinology*, 62(4), 197-206. <https://doi.org/10.1530/JME-18-0214>