



Semear

Revista de Alimentação, Nutrição e Saúde

ISSN: 2675-1836

Castanha-do-brasil: uma revisão narrativa sobre seus benefícios para a saúde

Brazil nut: a narrative review of its health benefits

Autores:

Yasmin Aquino Cardoso Liani^{1*}



Luciana Helena Maia Porte²



Alexandre Porte¹



¹Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Brasil.

*E-mail para correspondência / mail to: yasminaquino@edu.unirio.br

Recebido em:

05/09/2024

Aceito em:

24/02/2025



Resumo: A castanha-do-brasil ou castanha-do-pará é uma oleaginosa, fruto de uma espécie de castanheira (*Bertholletia excelsa*, família *Lecythidaceae*) nativa da Amazônia e importante para a economia de países como o Brasil, Peru e Bolívia. Destaca-se pela alta concentração de ácidos graxos insaturados (75 %) e selênio (0,06 mg/15g), que corresponde a 187 % do Valor Diário de Referência (VDR) para adultos. O selênio é absorvido na forma de selenometionina, estimula a síntese de selenoenzimas, reduz a produção de peróxidos e possui propriedades antioxidantes. Este estudo trata-se de uma revisão narrativa que identifica os benefícios do consumo regular da castanha-do-brasil na saúde humana. Os benefícios observados incluem a modulação de fatores de risco para doenças cardiovasculares; redução de marcadores inflamatórios; melhora do perfil lipídico com a redução dos níveis de LDL e aumento do HDL; aumento da síntese de selenoproteínas, que contribui para o tratamento de doenças como a diabetes e a obesidade. A ingestão de 15 g da oleaginosa apresenta um efeito protetor em pacientes renais. Entretanto, os efeitos sobre cânceres mostraram-se inconclusivos e discrepantes. Portanto, a castanha-do-brasil apresenta propriedades benéficas que podem auxiliar na redução do risco de algumas doenças crônicas, quando ingerida uma porção diária de 15g, equivalente a 3 castanhas.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*; castanha-do-brasil; castanha-do-pará; selênio; antioxidantes.

Abstract: The Brazil nut, or Pará nut, is an oilseed from a species of Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*, *Lecythidaceae* family), native to the Amazon and important to the economies of countries such as Brazil, Peru, and Bolivia. It is notable for its high concentration of unsaturated fatty acids (75 %) and selenium (0.06 mg/15 g), which corresponds to 187 % of the Daily Reference Value (DRV) for adults. Selenium is absorbed in the form of selenomethionine, stimulates the synthesis of selenoenzymes, and reduces the production of peroxides, possessing antioxidant properties. This study is a narrative review that identifies the benefits of regular consumption of Brazil nuts for human health. Observed benefits include modulation of risk factors for cardiovascular diseases; reduction of inflammatory markers; improvement of the lipid profile with a reduction in LDL levels and an increase in HDL levels; increased synthesis of selenoproteins, which contributes to the treatment of diseases such as diabetes and obesity. The intake of 15 g of the oilseed shows a protective effect in renal patients. However, the effects on cancers have been inconclusive and inconsistent. Therefore, Brazil nuts exhibit beneficial properties that can help reduce the risk of some chronic diseases when a daily portion of 15 g, equivalent to 3 nuts, is consumed.

Keywords: *Bertholletia excelsa*; Brazil nut; selenium; antioxidant.

1. Introdução

A castanha-do-brasil é obtida de uma espécie de castanheira nativa (*Bertholletia excelsa*, família *Lecythidaceae*) da Amazônia, encontrada em todos os estados da região norte, no Maranhão, Mato Grosso e Goiás^{1,2}.

A castanheira é um produto de importância econômica em países como o Brasil, Peru e Bolívia. No Brasil, o estado do Amazonas é um dos maiores polos produtivos em nível mundial de castanha-do-brasil, sendo responsável por 37 % da produção nacional. Já os principais importadores incluem: Itália, Alemanha, Estados Unidos, Reino Unido e Japão^{2,3,4}.

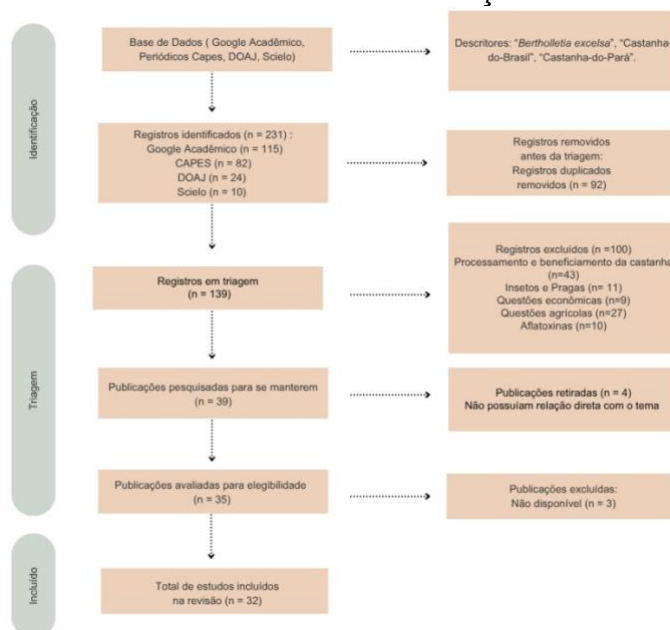
A madeira obtida desta castanheira é utilizada em construções navais e civis, e da amêndoa é extraído um óleo que pode ser empregado na fabricação de cosméticos e no preparo de alimentos. O óleo da castanha-do-brasil também é importante por sua concentração de selênio. Esse mineral faz parte de sistemas metabólicos de neutralização de agentes oxidantes, o que torna a castanha-do-brasil potencialmente benéfica no tratamento de doenças do fígado, anemia e hepatite^{1,3,5}.

A castanha-do-brasil destaca-se sobre as demais oleaginosas pelo seu conteúdo de proteínas, minerais e vitaminas, além de conter diversos compostos bioativos. Já foram relatados efeitos antioxidante, anti-inflamatório, anticancerígeno e propriedades de cardioproteção^{3,6,7}. Diante disso, objetivou-se com este estudo identificar, por meio de uma revisão narrativa, como a castanha-do-brasil, quando presente de maneira regular em uma dieta, pode afetar o organismo humano, visto ser um alimento com elevado teor de lipídeos e de selênio.

2. Métodos

O presente estudo foi realizado por meio de uma revisão narrativa da literatura. Para isso, foram utilizadas nas plataformas digitais de armazenamento de publicações Scielo, Google Acadêmico, Doaj e Periódicos CAPES, com as seguintes palavras-chaves: *Bertholletia excelsa*, castanha-do-brasil e castanha-do-pará. O período de coleta das informações analisadas ocorreu de fevereiro a julho de 2024, com artigos de 2006 a 2024. Foram encontrados, inicialmente, 231 artigos, que passaram por uma filtragem de conteúdo baseada na sua relação com a temática da pesquisa, e com isso, foram selecionados 32 artigos, como pode ser observado no fluxograma da figura 1.

Figura 1 - Fluxograma com critérios utilizados na seleção das referências.



Fonte: Autores.

3. Desenvolvimento

3.1. Composição nutricional

Conforme estabelecido pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº359⁸, a porção de castanha-do-brasil é de 15 g, equivalente a cerca de 3 unidades da oleaginosa.

Os principais componentes da castanha-do-brasil são lipídeos (63,5 %), carboidratos (15,1 %) e proteínas (14,5 %), fornecendo um valor energético de 699 kcal/100 g^{2,5,9}.

O óleo obtido da castanha-do-brasil possui um alto conteúdo de ácidos graxos insaturados^{2,10,11,12}. Na composição dos ácidos graxos presentes nesta oleaginosa destacam-se os ácidos graxos insaturados oléico e linoléico, que juntos correspondem a cerca de 75 % dos ácidos graxos presentes. Apenas 25 % dos ácidos contidos nesta oleaginosa são saturados^{2,11}.

Essa composição de ácidos graxos insaturados exerce papel fundamental para saúde, uma vez que auxilia na redução das frações da LDL e da VLDL, lipoproteínas responsáveis pelo aumento do colesterol sérico¹³.

3.2. Selênio e selenoproteínas no organismo

Uma única porção de 15 g de castanha-do-brasil contém 0,06375 mg de selênio, o que representa 187,5 % da Valor Diário de Referência (VDR) para adultos, que é de 34 µg conforme a Instrução Normativa (IN) nº 75/2020¹⁴. Essa significativa concentração de selênio, classifica a castanha-do-brasil como rica nesse mineral.

Na castanha-do-brasil, a maior parte do selênio está ligada a proteínas na forma de selenometionina, o que confere alta biodisponibilidade deste mineral. Esse elemento participa da composição de selenoproteínas essenciais para a defesa antioxidante do organismo, como as selenoproteínas P, W e N, glutathione peroxidases, redutases de tioredoxina e iodotironina deiodinases, responsáveis pela proteção contra danos causados por espécies reativas de oxigênio^{15,16}. Considerando as diferentes funções fisiológicas dessas proteínas, o **quadro 1** apresenta as principais proteínas que contêm o selênio em sua composição, os locais onde são encontradas, funções e principais características.

Quadro 1 - Principais proteínas envolvendo o selênio em sua composição e as suas características.

Proteína	Local	Função	Características
Glutathione peroxidases (GPxs)	• GPx-1: citosol. Presente em todas as células, porém, em altos níveis nos eritrócitos, fígado, rins e pulmões. • GPx-2: trato gastrointestinal e fígado. • GPx-3: plasma, leite. Também é encontrada nos túbulos proximais renais, membranas basais das células epiteliais, epidídimo, brônquios, pulmões e pneumócitos tipo II. • GPx-4: endotélio e testículos. • GPx-5: epidídimo e trato reprodutor masculino. • GPx-6: glutathione peroxidase olfatória.	Neutralizar espécies reativas de oxigênio, como: hidroperóxidos orgânicos, peróxido de hidrogênio e hidroperóxido de fosfolípido.	São conhecidas 6 isoenzimas GPx. A GPx-4, glutathione peroxidase fosfolípido hidroperóxido atua, principalmente, em lipídeos oxidados. Todas as GPxs possuem selenocisteína, glutamina e triptofano no sítio ativo. Além disso, elas utilizam o aminoácido glutathione como doador de elétrons.

(continua)

Quadro 1 - Principais proteínas envolvendo o selênio em sua composição e as suas características.

Proteína	Local	Função	Características
Selenoproteína P	SelP, Selpp1: plasma.	Atua no transporte do selênio. Também age como agente antioxidante, sobretudo no endotélio. Protege contra radicais livres. Previne necrose hepática e a oxidação de lipídeos.	Existem várias isoformas contendo de 1 a 17 selenocisteínas, dependendo do animal.
Selenoproteína W	Selw: se liga a glutathione. Retículo endoplasmático muscular.	Meio de transporte intracelular do selênio. Atua na prevenção da oxidação excessiva.	-
Selenofosfato sintetase	SPS²	Catalisa a reação de síntese do selenofosfato (intermediário na síntese de selenocisteína).	-
Selenoproteína 15, H, M, O T, V	Retículo endoplasmático celular.	Possui propriedades antioxidantes.	-
Selenoproteína R	SelR	Possui propriedades antioxidantes.	-
Selenoproteína N	Retículo endoplasmático celular.	Possui propriedades antioxidantes.	-
Selenoproteína I, K, S	Selenoproteínas de membrana	Possui propriedades antioxidantes.	-
Tioredoxinas redutases (TrxRs)	- TrxR-1: citosol. - TrxR-2: redutase. - TrxR-3: mitocondrial, testículo, placenta humana.	Doar elétrons para várias enzimas (contendo ou não selênio em sua composição). Antioxidantes intracelulares e extracelulares (agente redutor). Envolvida na síntese de DNA (redução de nucleotídeos). Neutraliza peróxidos e hidroperóxidos de lipídeos. Mantém a homeostase intracelular. Participa da prevenção e reparação de danos causados pelo estresse oxidativo de H ₂ O ₂ .	São conhecidas 3 isoenzimas.
Iodotironina deiodinase	- DIO-1 - DIO-2 - DIO-3	Participa da produção e inativação dos hormônios tireoidianos ativos (triiodotironina - T3 e tiroxina - T4). Determina o metabolismo normal dos hormônios tireoideanos.	-

(conclusão)

Fonte: Sunde RA. Selênio. In: Ross CA, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, editores. Shils nutrição moderna na saúde e na doença. 11. ed. Barueri: Manole; 2016. p. 225-37; Almondes KGS, Leal GVS, Cozzolino SMF, Philippi ST, Rondó PHC. O papel das selenoproteínas no câncer. Rev Assoc Med Bras. 2010;56(4):484-8; Facchinetti V, Costa GO, Penha LB, Aboud KCL, Ribeiro RD, Gomes CRB, *et al.* Selênio, um elemento essencial à vida humana. Rev Colomb Cienc Quím Farm. 2022;51(2):589-624.

Além disso, por ser rica em selênio, a castanha-do-brasil aumenta a atividade de enzimas como a glutathione peroxidase, que previne o acúmulo de peróxidos nas células. A selenometionina atua como precursor da selenocisteína, e seu metabolismo ocorre no fígado através do ciclo da selenometionina e da via de transulfuração. O impacto positivo nos níveis sanguíneos de selênio também é observado com o consumo regular de castanha-do-brasil na dieta^{17,18,19,20}.

O selênio é amplamente utilizado na indústria e pode expor trabalhadores a riscos de contaminação por dióxido de selênio (SeO₂), podendo provocar casos de dermatite aguda, queimaduras de pele, edema pulmonar e respostas alérgicas. Exposições prolongadas podem afetar os sistemas pulmonar, gastrointestinal e nervoso central. O alto teor de selênio no solo, pode ser associado a casos de toxicidade. Em regiões da China foram observados casos de intoxicação associados ao consumo de até 5000 µg/dia de selênio. A intoxicação por selênio, denominada selenose, provoca sintomas como enfraquecimento capilar, descamação das unhas, náuseas, irritabilidade e fadiga^{2,5,15,19,21,22}.

Contudo, a selenose em humanos relacionada à alimentação não é comum, uma vez que o corpo humano é capaz de tolerar até 900 µg de selênio/dia e para ingestão de um valor superior a este seria necessário consumir mais de 200 g de castanha-do-brasil, o que equivale a mais de 40 unidades desta oleaginosa por dia.

3.3. Principais achados

As principais intercorrências encontradas nos estudos que tinham associação com a ingestão regular de castanha-do-brasil foram: doenças cardiovasculares, obesidade, dislipidemia, doença renal, câncer e diabetes. Nestas pesquisas, os autores observaram que os principais benefícios associados à ingestão de castanha-do-brasil envolviam a presença de ácidos graxos insaturados, estímulo da ação de selenoproteínas, diminuição do estresse oxidativo e redução de vias inflamatórias (**Quadro 2**).

Quadro 2 - Principais resultados dos estudos com castanha-do-brasil no período de 2006-2024.

Estudo	Tipo de estudo	Resultados
Facchinetti <i>et al.</i> ¹⁷	Revisão narrativa	Foram identificadas 25 selenoproteínas responsáveis por desempenhar funções biológicas essenciais em animais e humanos. A deficiência de selênio está diretamente associada ao aumento do risco de desenvolvimento de diabetes, câncer, doença de Alzheimer e doenças cardiovasculares.
Cardozo <i>et al.</i> ²⁴	Ensaio clínico randomizado	Vinte e cinco homens adultos portadores de doença arterial coronariana, que consumiram 5g (1 unidade) de castanha-do-brasil durante 3 meses, tiveram um aumento dos níveis de selênio e na atividade antioxidante. Contudo, não foi detectada redução significativa de marcadores de estresse oxidativo e a expressão do mRNA de Nrf2 também não mostrou aumento significativo.
Ferreira ²⁵	Estudo longitudinal	O uso de estatinas, em pacientes com aterosclerose, inibiu a HMG-CoA redutase e a síntese de isoprenóides, como o isopentenilpírofosfato, aumentando o estresse oxidativo no organismo.
Dhingra; Bansal ²⁶	Estudo experimental animal	A suplementação com selênio diminuiu a atividade da enzima HMG-CoA redutase, resultando em uma menor produção endógena de colesterol e na redução de LDL oxidado (LDL-ox.).

(continua)

Quadro 2 - Principais resultados dos estudos com castanha-do-brasil no período de 2006-2024.

Estudo	Tipo de estudo	Resultados
Duarte <i>et al.</i> ²⁹	Ensaio clínico randomizado	O grupo de mulheres que consumiu castanha-do-brasil por 2 meses teve um aumento significativo em todos os biomarcadores de selênio e na expressão gênica de parâmetros inflamatórios: interleucina 6 e fator de necrose tumoral- α . Enquanto, no grupo controle, não foram observadas alterações nesses parâmetros.
Mayumi <i>et al.</i> ³⁰	Ensaio clínico randomizado	O consumo de 15g de castanha-do-pará e de 30g de castanha de caju não alterou o apetite de mulheres com risco cardiometabólico em uma intervenção com restrição calórica sobre a ingestão alimentar. Contudo, após 8 semanas, houve uma redução da grelina pós-prandial no grupo que ingeriu a castanha-do-brasil em comparação ao grupo controle.
Almeida <i>et al.</i> ³²	Estudo experimental animal	O grupo de ratos que possuía uma dieta padrão contendo 5 % de castanha-do-brasil (BN5) apresentou um aumento do ganho de peso, enquanto o grupo continha uma dieta padrão contendo 10 % de castanha-do-brasil (BN10) não. O grupo BN10 apresentou maiores quantidades de resíduos gástricos em comparação ao BN5 e ao grupo controle. O cólon do grupo BN5 apresentou um aumento da imunorreatividade da GFAP em comparação aos outros grupos.
Costa e Silva <i>et al.</i> ³⁴	Ensaio clínico randomizado	Trinta e um pacientes com Síndrome Metabólica foram alocados aleatoriamente para receber sachês com 10ml de óleo de castanha-do-brasil (BNO) ou óleo de soja (OS) durante 30 dias. Não foram observadas alterações nas variáveis antropométricas e de pressão arterial. Os níveis de malonaldeído e a peroxidação lipídica reduziram no grupo BNO, reduzindo o estresse oxidativo.
Leme ³⁶	Estudo transversal	A relação entre selênio e SELENOP não apresentou diferença entre os 3 grupos avaliados: grupo com Comprometimento Cognitivo Leve, grupo com Doença de Alzheimer e grupo controle. Entretanto, a selenoproteína P mostrou uma correlação positiva com a Interleucina 10, sugerindo um efeito anti-inflamatório do selênio.
Cardoso ³⁷	Ensaio clínico randomizado	O grupo que consumiu uma unidade de castanha-do-brasil durante 6 meses apresentou um aumento significativo no selênio plasmático e eritrocitário, bem como na atividade de glutathione peroxidase. Tanto o grupo que consumiu a castanha-do-brasil quanto o grupo controle apresentaram um aumento dos níveis de malonaldeído, porém não significativo.
Vinceti <i>et al.</i> ³⁹	Estudo de coorte prospectivo	A avaliação dos níveis de selenoproteína P no sistema nervoso central com indivíduos entre 42 a 81 anos que possuíam o diagnóstico de Comprometimento Cognitivo Leve sugere que concentrações circulantes mais elevadas de selenoproteína P, tanto no soro quanto no líquido cefalorraquidiano, elevando o risco da progressão do Comprometimento Cognitivo Leve para a demência.
Freitas <i>et al.</i> ⁴⁰	Revisão integrativa	Cinquenta por cento dos estudos analisados demonstraram que a suplementação de selênio aumentou a atividade da enzima GSH-Px. Enquanto a outra metade, observou que uma maior concentração de selênio no plasma de pacientes com idade entre 12 e 80 anos, reduziu os níveis séricos de malonaldeído.
Anselmo <i>et al.</i> ⁴¹	Estudo experimental animal	O pré-tratamento com 75mg de castanha-do-brasil atenuou as alterações renais induzidas pela lesão de isquemia-reperfusão, resultando em uma elevação da depuração de creatinina e do débito urinário, uma redução da proteinúria, ureia e fósforo plasmático. Também houve redução da nitrotirosina e do influxo de macrófagos.
Almondes <i>et al.</i> ¹⁶	Revisão sistemática	Estudos têm demonstrado que a expressão reduzida de enzimas que contêm selênio em sua composição, glutathione peroxidase e tioredoxina redutase, em diversos tipos de câncer, principalmente quando associados a uma baixa ingestão de selênio.

(continua)

Quadro 2 - Principais resultados dos estudos com castanha-do-brasil no período de 2006-2024.

Estudo	Tipo de estudo	Resultados
Steinbrenner; Sies ⁴³	Revisão narrativa	O papel carcinogênico da GPx-1, da GPx-4 e da selenoproteína P parece depender em grande parte de suas funções como enzimas degradadoras de hidroperóxidos. Enquanto, a GPx-2 e a TrxR-1 podem atuar tanto através de propriedades anticancerígenas quanto com propriedades pró-cancerígenas. Esse duplo papel da GPx-2 que revelou que esta enzima inibe a migração e invasão de células de adenocarcinoma humano, mas ajuda no crescimento de tumores, em camundongos.
Sunde <i>et al.</i> ¹⁵	Revisão sistemática	Estudos de intervenção nutricional sugerem que os suplementos de selênio podem ter efeitos benéficos contra o câncer. Homens que ingeriram 200 µg de selênio/dia na forma de leveduras selenizadas durante 6,5 anos apresentaram redução de 50 % na mortalidade total por câncer, de 37 % na incidência de câncer total, de 58 % câncer colorretal, 46 % de câncer pulmonar e de 63 % de câncer de próstata, mas não houve redução de câncer de pele
Pires ⁴⁵	Estudo longitudinal	Setenta pacientes com diabetes mellitus tipo 1 foram divididos em 2 grupos, um grupo suplementado com castanha-do-brasil e um grupo controle, durante 2 meses. Verificou-se que os pacientes do grupo suplementado obtiveram um aumento significativo na concentração de selênio no plasma, eritrócitos e urina após a intervenção. Contudo, a suplementação não foi capaz de modificar positivamente os marcadores de estresse oxidativo, com exceção da atividade da glutatona peroxidase no sangue total. Também houve uma redução nas concentrações de ICAM e PAI-1, marcadores inflamatórios.
Macan <i>et al.</i> ⁴⁶	Ensaio clínico randomizado	O consumo de castanha-do-brasil por pacientes com diabetes mellitus tipo 2 reduziu os níveis de glicose em jejum, colesterol HDL e LDL e os níveis de gama-glutamil transferase. Também houve um aumento na atividade antioxidante e uma redução na oxidação de proteínas, lipídeos e danos ao DNA.

(conclusão)

Fonte: Autores.

3.3.1. Castanha-do-brasil e Doenças Cardiovasculares

A relação entre a ingestão da castanha-do-brasil e a redução do risco de doenças cardiovasculares, especialmente no contexto de disfunção endotelial, estresse oxidativo, inflamação e doença arterial coronariana, está relacionada a substâncias como o selênio, ácidos graxos insaturados e antioxidantes, que por sua vez estão diretamente associados à redução de fatores de risco para doenças cardiovasculares, como a redução da biodisponibilidade de óxido nítrico, vasoconstrição e ativação de vias inflamatórias e oxidativas²³.

O selênio reduz marcadores inflamatórios e melhora a função endotelial, essencial no combate ao estresse oxidativo e à inflamação²³. A importância do selênio na redução de risco de doenças cardiovasculares se dá pela associação entre a baixa concentração de selênio e diferentes cardiopatias, uma vez que a deficiência deste mineral facilita a formação de hidroperóxidos lipídicos, agravando os danos ao endotélio vascular¹⁷.

Por outro lado, embora a ingestão de castanha-do-brasil aumente os níveis de selênio e a atividade antioxidante, a expressão de mRNA de Nrf2 - fator citoprotetor contra o estresse oxidativo e inflamação em pacientes - não mostrou aumento significativo, sugerindo a necessidade de mais pesquisas para compreender o impacto do consumo da castanha-do-brasil em níveis moleculares específicos²⁴.

Em um estudo com 25 homens adultos portadores de doença arterial coronariana, que consumiram 5 g (1 unidade) de castanha-do-brasil durante 3 meses, também não foi detectada redução significativa de marcadores de estresse oxidativo²⁴.

As estatinas, fármacos empregados no tratamento de aterosclerose, inibem a HMG-CoA redutase (hidroximetilglutaril coenzima A redutase), única enzima reguladora na biossíntese de colesterol através da via do mevalonato. Infelizmente, esta é via também para a síntese de

isoprenóides, como o isopentenil pirofosfato, substrato para a formação de selenoproteínas. O bloqueio desta via pode reduzir a síntese de isopentenil pirofosfato e, consequentemente, de selenoproteínas, aumentando o estresse oxidativo²⁵.

No trabalho de Cardozo *et al.*²⁴ os indivíduos que faziam uso de estatinas não foram excluídos do estudo, e isto pode ter comprometido a ação do selênio presente na castanha-do-brasil quanto a eficiência na redução de marcadores de estresse oxidativo e de inflamação.

Foi observada uma melhoria no *status* antioxidante e nos perfis lipídicos em indivíduos com doença arterial coronariana após consumo de castanha-do-brasil, destacando o potencial desta oleaginosa na modulação de fatores de risco para doenças cardiovasculares²³.

Estudos em animais demonstraram que a suplementação com selênio diminuiu a atividade da enzima HMG-CoA redutase, resultando na menor produção endógena de colesterol e na redução de LDL oxidado (LDL-ox), um marcador de estresse oxidativo e fator de risco cardiovascular^{23,26}.

Adicionalmente, a arginina, aminoácido presente na castanha-do-brasil, favorece a síntese de óxido nítrico, um importante vasodilatador que melhora a saúde vascular e, por extensão, contribui para o tratamento de condições como a hipertensão²⁷. A combinação destes nutrientes com outros componentes bioativos, como compostos fenólicos e vitamina E, reforça ainda mais o papel cardioprotetor da castanha-do-brasil.

3.3.2. Castanha-do-brasil e Obesidade

A obesidade, caracteriza-se pelo acúmulo excessivo de gordura corporal e possui sua fisiopatologia ligada à resposta inflamatória. Infelizmente, os efeitos do selênio da castanha-do-brasil sobre os marcadores inflamatórios são inconclusivos, sugerindo que altas doses de selênio podem aumentar os marcadores pró-inflamatórios em mulheres obesas^{25,28,29}.

O consumo de castanha-do-brasil impactou positivamente o perfil lipídico e antioxidante, mas não influenciou diretamente medidas antropométricas, indicando variações nos efeitos dependendo da dosagem de selênio. Também diminuiu a sensação de fome, mas não reduziu significativamente o peso de indivíduos obesos, em razão da diminuição dos níveis de grelina pós-prandial^{23, 30}.

A grelina — peptídeo único que contém 28 aminoácidos — é um hormônio circulante no sistema endócrino e um neurotransmissor no sistema nervoso que possui como principal função a regulação do apetite. Em humanos, a grelina é produzida por células P/D1, distribuídas por toda a mucosa do estômago, as quais são a principal fonte circulante de grelina. A ingestão crônica de dietas hipercalóricas, a exposição prolongada a gorduras e a obesidade resultam em uma diminuição da produção estomacal e da secreção de grelina^{30,31}.

Embora não tenha reduzido o peso dos indivíduos, a variação da quantidade de castanha-do-brasil consumida pode influenciar de maneira desejável o metabolismo, uma vez que uma maior concentração da castanha-do-brasil na dieta resulta na ausência de ganho de peso, menor consumo energético e uma redução de massa de gordura. Dessa forma, esta oleaginosa apresenta um potencial impacto sobre o metabolismo e a regulação do apetite de maneira complexa e dose-dependente³².

3.3.3. Castanha-do-brasil e Dislipidemia

A dislipidemia caracteriza-se pela ocorrência de alterações na concentração plasmática de lipoproteínas e de triglicerídeos. O aumento da concentração sérica de triglicerídeos e LDL, associado a uma redução do HDL, são fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Em razão da sua composição nutricional, a castanha-do-brasil surge como um potencial alimento na manutenção da saúde em quadros de dislipidemia^{33,34}.

Os benefícios associados à melhora do perfil lipídico ocorrem devido à redução dos níveis de LDL e ao aumento de HDL, devido à presença de fitoesteróis, ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos poliinsaturados, além de impactar positivamente na diminuição de apoproteína

B e no aumento da apoproteína A1, o que resulta na melhora do transporte de colesterol pelas partículas de HDL^{24,27}.

Acredita-se que os ácidos graxos poliinsaturados podem diminuir a síntese de VLDL, por serem mais oxidados nos peroxissomas e por influenciarem os receptores nucleares. Além disso, eles podem diminuir a trigliceridemia devido ao estímulo da hidrólise de apoproteína B-100, principal constituinte das partículas de VLDL e LDL³⁴.

Os ácidos graxos insaturados são capazes de modificar a composição e o conteúdo lipídico das LDL. Eles ocupam mais espaço que os ácidos graxos saturados, portanto reduzem a capacidade das apoproteínas de acomodar moléculas de lipídeos, diminuindo o conteúdo lipídico das LDL e as concentrações de lipídeos plasmáticos^{34,35}. De fato, após o consumo diário de castanha-do-brasil (213,67 µg de selênio), os perfis lipídicos em indivíduos com dislipidemia, diabetes ou doença arterial coronariana melhoraram e também houve redução dos danos causados ao DNA em pacientes diabéticos tipo 2, enfatizando a importância do selênio sobre a síntese de selenoproteínas e, consequentemente, sobre a diminuição do estresse oxidativo²³.

3.3.4. Castanha-do-brasil e o Comprometimento Cognitivo Leve e Doença de Alzheimer

O Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) é caracterizado por alterações cognitivas associadas ao envelhecimento e à demência precoce, sendo um precursor da Doença de Alzheimer (DA). Os fatores de risco para o CCL incluem idade, gênero, histórico familiar e riscos vasculares como doença arterial coronariana e hiperlipidemia³⁶.

A DA é um transtorno neurodegenerativo e progressivo marcado pela deterioração cognitiva e da memória, comprometimento de atividades diárias e manifestação de sintomas neuropsiquiátricos variados. Sua fisiopatologia envolve morte neural extensa, placas neuríticas e emaranhados neurofibrilares, decorrentes de inflamação e estresse oxidativo^{36, 37}. A redução do estresse oxidativo é considerado um potencial alvo terapêutico para evitar a progressão do CCL para DA³⁷.

O selênio desempenha um papel importante no manejo do CCL e da DA devido às suas propriedades antioxidantes, principalmente através da glutathione peroxidase 1 (GPx-1) e glutathione peroxidase 4 (GPx-4), que são expressas abundantemente no cérebro, e da selenoproteína P, esta última envolvida no desenvolvimento cerebral. Embora não tenha sido encontrado impacto significativo do selênio em marcadores de inflamação, a selenoproteína P mostrou uma correlação positiva com a Interleucina 10, sugerindo um efeito anti-inflamatório do selênio^{17,36,38,39}.

A ingestão diária de castanha-do-brasil durante seis meses em idosos com CCL mostrou melhorias na praxia construtiva e na fluência verbal³⁸. Animais que receberam selenometionina apresentaram uma melhora da plasticidade sináptica por meio da modulação do influxo de Ca²⁺ mediado pelos receptores de N-metil-D-aspartato sinápticos e extra-sinápticos, sugerindo uma possível relação deste aminoácido encontrado na castanha-do-brasil com o tratamento de DA¹⁷.

3.3.5. Castanha-do-brasil e Doença Renal

A doença renal crônica caracteriza-se pela lesão renal e perda progressiva e irreversível da função dos rins. Essas condições decorrem sobretudo da diminuição da capacidade antioxidante, agravada pela deficiência de selênio ou perda deste mineral por processos dialíticos^{38,40}.

A castanha-do-brasil possui ação benéfica em doenças relacionadas ao estresse oxidativo e à inflamação. Nesse sentido, alguns estudos visam compreender como a ingestão desta oleaginosa pode prevenir ou reduzir lesões renais e inflamações, de modo que melhore a função renal e diminua o estresse oxidativo⁴¹.

A administração prévia de 75 mg de castanha por 7 dias antes da lesão provocada em ratos atenuou significativamente os danos renais causados pela isquemia-reperfusão, avaliados através da redução dos níveis de ureia e proteinúria. Contudo, a necrose tubular aguda não

demonstrou diferenças significativas entre os grupos tratados e não tratados, sugerindo um efeito protetor preventivo, mas não curativo da castanha-do-brasil⁴¹.

Este efeito protetivo também foi notado através da redução da infiltração de macrófagos nos rins, um marcador precoce de dano renal. Essa redução foi associada à diminuição nos marcadores de inflamação e estresse oxidativo, como a nitrotirosina. Além disso, a suplementação com a oleaginosa foi associada a melhora da atividade da glutathione peroxidase, sugerindo um potencial efeito antioxidante⁴¹. No entanto, doses mais elevadas de castanha (150 mg) parecem agravar a função renal, indicando que uma quantidade excessiva desta oleaginosa pode ser prejudicial. A explicação deste efeito pode estar relacionada a uma maior concentração de fósforo e aminoácidos contida na castanha-do-brasil. Nesse sentido, o achado ressalta a importância de uma dosagem cuidadosa na utilização da castanha-do-brasil em contextos clínicos, especialmente em pacientes com doenças renais⁴¹.

Foi observado que o selênio pode auxiliar na quelação de radicais livres e inibir o fator de transcrição nuclear kappa-beta (NF- κ B) em indivíduos com doenças renais, o que é fundamental na modulação de mediadores inflamatórios. Esta ação sugere que uma ingestão inadequada do micronutriente pode levar a uma maior ativação de NF- κ B, intensificando processos inflamatórios⁴⁰.

Foi notado, também, que a suplementação deste mineral após 3 meses de intervenção beneficiou pacientes com doença renal crônica em hemodiálise, melhorando os níveis séricos de selênio e zinco, e potencializando a atividade das células *natural killer*, agentes importantes no combate de infecções. Infelizmente, o reduzido número de indivíduos do estudo limitou a generalização dos resultados sobre o papel específico do selênio na modulação da atividade dessas células⁴⁰.

O aumento das concentrações de espécies reativas de oxigênio e a redução dos níveis séricos de selênio aumentam a peroxidação lipídica que, por sua vez, acelera a progressão das doenças renais crônicas. A peroxidação lipídica, iniciada e propagada por radicais livres, pode ser monitorada pela concentração de malonaldeído. A suplementação com selênio pode reduzir os níveis de malonaldeído e melhorar a função antioxidante, refletindo de forma indireta na melhora da condição clínica dos pacientes com doença renal crônica⁴⁰.

3.3.6. Castanha-do-brasil e Câncer

O câncer é um conjunto de comportamentos celulares anormais, como divisão celular acelerada e invasão do tecido circundante, associados a mudanças no DNA que acarretam a formação de tumores⁴².

O aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) associada à baixa atividade antioxidante tem sido relacionada a vários tipos de câncer. O selênio, por ser um mineral antioxidante, possui potencial ação antimutagênica devido a presença de selenoenzimas de detoxificação das EROs, de modo a promover um retardamento de transformações malignas de células normais¹⁶.

Em humanos, existe uma ligação entre o risco de câncer, deficiência de selênio e a expressão reduzida de enzimas protetoras do DNA, como a glutathione peroxidase, tioredoxina redutases e outros componentes celulares envolvidos contra o dano oxidativo¹⁶.

Para sanar a deficiência de selênio, as principais formas de suplementos encontradas são selenometionina e selenocisteína. Em pequenas doses, o selênio funciona como um componente essencial da selenocisteína em várias selenoproteínas específicas e promove proliferação celular, importante para a resposta imune. Em altas doses, mas ainda não tóxicas, o selênio pode reduzir o risco de câncer, impedindo o ciclo celular tumoral, estimulando a apoptose e inibindo a migração e invasão celular tumoral¹⁶.

Além disso, o selênio exerce sua função antioxidante principalmente na forma de resíduos de selenocisteína como constituinte integral de selenoenzimas desintoxicantes de EROs, como a glutathione peroxidase, tioredoxina redutase e, possivelmente, selenoproteína P.

Esta última possui um duplo papel, podendo atuar como transportador de selênio e antioxidante⁴³.

Estudos de intervenção nutricional sugerem que os suplementos de selênio podem ter efeitos benéficos contra o câncer. Homens que ingeriram 200 µg de selênio/dia na forma de leveduras selenizadas durante 6,5 anos apresentaram redução de 50 % na mortalidade total por câncer, de 37 % na incidência de câncer total, de 58 % câncer colorretal, 46 % de câncer pulmonar e de 63 % de câncer de próstata, mas não houve redução de câncer de pele¹⁵.

Em mulheres, o baixo nível de selênio sérico (≤ 70 µg/mL), esteve associado a um risco 2 vezes maior de desenvolvimento de câncer de mama, possivelmente porque a selenometionina pode ativar a proteína P 53 (supressora tumoral), dependente da proteína Ref-1, que atua no reparo do DNA e que possui atividade redox¹⁷.

Ensaio de intervenção realizados com selenocompostos apontam para uma capacidade tumor-protetora de selênio em humanos, contra cânceres de próstata, cólon, pulmão e fígado. A eficiência da suplementação de selênio pode ser influenciada pela natureza do selenocomposto usado e sua dose, o *status* inicial de selênio e o *background* genético dos indivíduos participantes, a forma de câncer e o período de intervenção⁴³.

Não foi encontrada associação entre o nível de selênio plasmático e o risco de câncer de próstata. Em contrapartida, evidências indiretas de uma relação entre o risco de câncer e um padrão de expressão alterado por selenoproteínas foram observados através de dados genéticos. Uma variante alélica do gene da glutathione peroxidase citosólica (GPx-1), com alta prevalência entre caucasianos, causada por um polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) no códon 198, está associada ao aumento de câncer de pulmão^{16,43}.

A perda de um alelo da GPx-1 é frequentemente observada no DNA de tecidos de câncer pulmonar. Uma diminuição significativa dos níveis de RNAm da selenoproteína P foi encontrada tanto no colorretal quanto nos tecidos de câncer de próstata. Durante a progressão do câncer colorretal, a expressão de GPx-1, glutathione peroxidase plasmática secretada (GPx-3) e selenoproteína P reduziu, enquanto a expressão de GPx gastrointestinal específica para o epitélio (GPx-2) aumentou^{16,43}.

O papel carcinogênico da GPx-1, da glutathione peroxidase hidróperóxido fosfolipídico (GPx-4) e a selenoproteína P parece depender em grande parte de suas funções como enzimas degradadoras de hidróperóxidos. Em contraste, a GPx-2 e a tioredoxina redutase citosólica (TrxR-1) podem atuar tanto através de propriedades anticancerígenas quanto com propriedades pró-cancerígenas. Esse duplo papel da GPx-2 foi destacado por uma abordagem que revelou que esta enzima inibe a migração e invasão de células de adenocarcinoma humano, mas ajuda no crescimento de tumores, em camundongos^{16,43}.

A mesma abordagem experimental foi usada para avaliar o papel da TrxR-1 na carcinogênese, em camundongos, observando-se em células de carcinoma de pulmão uma reversão do fenótipo tumoral e uma inibição do crescimento tumoral e da metástase^{16,43}.

O TrxR-1 também apresenta um potencial na prevenção do câncer pela degradação de hidróperóxidos, pelo fornecimento de tioredoxina reduzida para a redução de peroxirredoxinas oxidadas, assim como pela ativação da proteína supressora tumoral p53. Nesse sentido, especula-se que a atividade enzimática degradadora de EROS de TrxR-1 e GPx-2 pode contribuir para suprimir danos ao DNA e a carcinogênese em células normais e na fase inicial do desenvolvimento do câncer, mas, posteriormente, suporta o crescimento e inibe a apoptose de células transformadas^{16,43}.

Há dois possíveis mecanismos para explicar os possíveis efeitos do selênio nas células. O primeiro mecanismo se dá pela presença do selênio nas selenoenzimas que possuem ação antioxidante e através dessa ação poderia ocorrer uma interferência na formação do câncer. Já o segundo mecanismo ocorreria em virtude da atuação dos metabólitos de selênio sobre o processo de carcinogênese e durante a progressão do câncer¹⁷.

3.3.7. Castanha-do-brasil e Diabetes

A diabetes é uma doença metabólica crônica na qual os níveis de glicose no sangue se encontram elevados, o que a longo prazo provoca danos ao coração, vasos sanguíneos, olhos, rins e nervos. A diabetes tipo 1 se dá em razão de uma condição crônica em que o pâncreas produz pouca ou nenhuma insulina por si só, enquanto a diabetes tipo 2 ocorre em razão de uma resistência à insulina⁴⁴.

Os elevados índices glicêmicos permanentes no diabético acarretam danos na membrana celular e estrutura do DNA, desencadeando a ligação dos Produtos Finais de Glicosilação Avançada (AGEs) aos seus receptores, inativa estruturas e desestabiliza funções enzimáticas, estimulando o fator de transcrição NF- κ B, que aumenta a produção de óxido nítrico, um mediador do dano das células β -pancreáticas¹⁷.

Foi avaliado o efeito da suplementação com castanha-do-brasil sobre a expressão gênica das citocinas inflamatórias e o estresse oxidativo em 70 pacientes com diabetes mellitus tipo 1. Um grupo recebeu 2,5 g de castanha (cerca de 290 μ g de selênio) por dia durante 2 meses, enquanto o grupo controle não recebeu suplementação. Embora a suplementação tenha melhorado o estado nutricional relativo ao selênio e aumentado a atividade de glutathione peroxidase no sangue, não houve redução dos marcadores de estresse oxidativo⁴⁵.

O estresse oxidativo contribui para a formação do quadro diabetes mellitus tipo 2, causando danos a lipídeos, proteínas e DNA. A suplementação de selênio, por meio de castanha-do-brasil, em indivíduos diabéticos do tipo 2, durante 6 meses, revelou a manutenção dos marcadores de índices glicêmicos e de resistência à insulina, mas aumentou os níveis de marcadores antioxidantes, como glutathione peroxidase, e reduziu espécies reativas de oxigênio⁴⁶.

Os benefícios da suplementação com selênio (200 μ g de Se/dia) no tratamento da diabetes parecem estar associados à redução dos danos do estresse oxidativo e melhora do quadro inflamatório. Entretanto, esses benefícios são interrompidos e aumenta-se o risco de desenvolver diabetes tipo 2 com elevados níveis de selênio¹⁷.

4. Considerações finais

Os dois componentes mais importantes da castanha-do-brasil são os lipídeos e o selênio, destacando-se pela alta concentração e pelos efeitos benéficos à saúde humana. A predominância de ácido oleico e de ácido linoleico, reduz os níveis séricos de LDL e aumenta os de HDL, melhorando o perfil lipídico e, por consequência, reduzindo o risco de dislipidemias, obesidade e doenças cardiovasculares. Devido à estereoquímica desses ácidos graxos, eles ocupam mais espaço nas LDLs, reduzindo a capacidade de acomodar mais lipídeos e, portanto, diminuindo a concentração de colesterol e de ácidos graxos saturados.

O selênio modula negativamente a enzima hidroximetilglutaril-coenzima A redutase (HMG-CoA redutase) — a única enzima reguladora da síntese endógena de colesterol. Assim, este mineral consegue retardar e reduzir a produção de colesterol endógeno. No entanto, o papel mais importante do selênio é ser cofator de diversas proteínas e enzimas antioxidantes, como as glutathione peroxidases. Essas enzimas previnem o acúmulo de peróxidos nas células, o que, por sua vez, reduz a formação de hidroperóxidos lipídicos, que agravam danos ao endotélio vascular. Esses mesmos efeitos antioxidativos protetores do selênio são observados no cérebro e nos rins e em pacientes diabéticos, reduzindo lesões e inflamações em todo o corpo.

Contribuição de autoria

Yasmin Aquino Cardoso Liani contribuiu para a concepção ou desenho do estudo, aquisição, análise e interpretação dos dados, redigiu o manuscrito, revisou criticamente o conteúdo intelectual do manuscrito, aprovou a versão final e concorda em ser o responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo integridade e precisão. Luciana Helena Maia-Porte contribuiu

para a concepção ou desenho do estudo, aquisição, análise e interpretação dos dados, revisou criticamente o conteúdo intelectual do manuscrito, aprovou a versão final e concorda em ser responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo integridade e precisão. Alexandre Porte contribuiu para a concepção ou desenho do estudo, aquisição, análise e interpretação dos dados, redigiu o manuscrito, revisou criticamente o conteúdo intelectual do manuscrito, aprovou a versão final e concorda em ser responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo integridade e precisão.

Declaração de conflito de interesses

Os autores não declararam possíveis conflitos de interesse com relação à pesquisa, autoria e/ou publicação deste artigo.

Fonte de financiamento

O presente estudo contou com financiamento da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), por meio de bolsa vinculada a Projeto de Ensino. A instituição financiadora não interferiu na concepção, desenvolvimento, análise, interpretação dos dados, redação e decisão de submissão do manuscrito.

Referências

1. Souza CR, Azevedo CP, Rossi LMB, Lima RMB. Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humn. & Bonpl.). Portal Embrapa, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81989/1/Castanha-do-Brasil-Bertholletia-excelsa-Humb.-e-Bonpl..pdf>.
2. Nascimento WMO, Carvalho JEU. *Bertholletia excelsa*: Castanha-do-brasil. In: Coradin L, Camillo J, Vieira ICG (editores). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. Brasília, DF: MMA, 2022;53: 201-16.
3. Lima E, Silva M, Kluczkowski AM. Características botânicas, importância socioeconômica e usos em saúde da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*): uma revisão. Conjecturas. 2022;22(2): 574-90.
4. Peixoto LS, Santana CS, Pinho CLC, Coutinho LS, Plácido GR, Resende O, et al.. O contexto da cadeia produtiva da castanha-do-Brasil no período de 2017 a 2021. Observ. Econ. Latinoam. 2023;21(8): 9218-9230.
5. Balbi ME, Penteado PTPS, Cardoso G, Sobral MG, Souza VR. Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): Chemical Composition And Its Health Benefits. Vis. Acad. 2014;15(2): 51-63.
6. Cornelio-Santiago HP, Barbosa RB, Lopes A. Potential of Oilseeds Native to Amazon and Brazilian Cerrado Biomes: Benefits, Chemical and Functional Properties, and Extraction Methods. J. Am. Oil Chem. Soc. 2020;98(1): 3-20.
7. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al.. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. Epidemiol. Serv. Saúde. 2022; 31(2): e2022107.
8. Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº. 359, de 23 de dezembro de 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0359_23_12_2003.html.
9. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (4). Unicamp, São Paulo, 2011. Disponível em: Tabela Brasileira de Composicao de Alimentos - TACO 4 Edicao Ampliada e Revisada (cfm.org.br)).
10. Volp ACP, Bressan J, Hermsdorff HHM, Zulet MÁ, Martínez JA. Efeitos antioxidantes do selênio e seu elo com a inflamação e síndrome metabólica. Rev. Nutr. 2010;23(4):581-90.

11. Pena Muniz MA, Ferreira Dos Santos MN, da Costa CE, *et al.*. Caracterização físico-química, composição de ácidos graxos e análise térmica do óleo HBK de *Bertholletia excelsa*. *Farmacogn Mag.* 2015; 11(41):147-151.
12. Vasquez-Rojas WV, Martín D, Miralles B, Recio I, Fornari T, Cano MP. Composição da castanha-do-pará (*Bertholletia se destaca* HBK), sua bebida e subprodutos: um alimento saudável e fonte potencial de ingredientes. *Alimentos.* 2021; 10(12):3007.
13. Freitas JB e NAVES MMV. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Rev. Nutr.* 2010;23(2):269-79.
14. BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. *Diário Oficial da União.* 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-75-de-8-de-outubro-de-2020>.
15. Sunde, RA. Selênio. In: Ross CA, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR. *Nutrição Moderna de Shils na Saúde e na Doença.* 11 ed. Barueri (SP): Manole; 2016: 225-37.
16. Almondes KGS, Leal GVS, Cozzolino SMF, Philippi ST. Rondó PHC. O papel das selenoproteínas no câncer. *Rev. Assoc. Med. Bras.* 2010;56(4):484-88.
17. Facchinetti V, Costa GO, Penha LB, Aboud KCL, Ribeiro RD, Gomes CRB, *et al.*. Selênio, um elemento essencial à vida humana, *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.* 2022;51(2):589-624.
18. Viaro RS, Viaro MS, Fleck J. A Importância Bioquímica do Selênio Para o Organismo Humano. *S.* 2016;2(1):17-21.
19. Pinheiro B, Bergamo T, Fattori N, Machado V, Melo L. Selênio - Sua Importância no Organismo Humano. *Rev. Cienc. Apl. FAIT.* 2019;13(1):1-10.
20. Godos J, Giampieri F, Micek A, Battino M, Forbes-Hernández TY, Quiles JL, Paladino N, Falzone L, Grosso G. Efeito da castanha-do-pará no status de selênio, lipídios no sangue e biomarcadores de estresse oxidativo e inflamação: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. *Antioxidantes.* 2022; 11(2):403.
21. Farina, M. Selênio: Funções Biológicas e Efeitos Tóxicos. *Cienc. Nat.* 2000; 22:59-82.
22. Rolo IPC. A Importância do Selênio na Saúde Humana [dissertação]. Moniz (Portugal): Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, Instituto Superior de Ciências e Saúde Egas Moniz; 2015.
23. Silva A, Silveira BKS, de Freitas BVM, Hermsdorff HHM, Bressan J. Efeitos da castanha-do-pará regular (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) Consumo em Saúde: Uma Revisão Sistemática de Ensaios Clínicos. *Alimentos.* 2022; 11(18):2925.
24. Cardozo LFMF, Mafrá D, Silva ACT, Barbosa JE, Cruz BO, Mesquita CT, *et al.*. Effects of a Brazil nut-enriched diet on oxidative stress and inflammation markers in coronary artery disease patients: A small and preliminary randomised clinical trial. *Touro Nutr.* 2021;46(2):139-48.
25. Ferreira CQD. Assessment of nutritional status of selenium and gene expression of selenoproteins in patients with atherosclerosis treated with statin [dissertação]. Natal (Rio Grande do Norte): Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2010.
26. Dhingra S, Bansal MP. Modulation of hypercholesterolemia-Induced Alterations in Apolipoprotein B and HMG-CoA Reductase Expression by Selenium Supplementation. *Interact. Quím. Biol.* 2006; 161(1):49-56.
27. Cruz E, Andrade J. Benefícios nutricionais da Castanha-do-Brasil no tratamento de aterosclerose em idosos. *Braz. J. Dev.* 2022;8(11):73060–73078.
28. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization; 2000. (WHO Obesity Technical Report Series; 284).
29. Duarte GBS, Reis BZ, Rogero MM, Vargas-Mendez E, Júnior FB, Cercato C, *et al.*. Consumption of Brazil nuts with high selenium levels increased inflammation biomarkers in obese women: A randomized controlled trial. *Nutrition.* 2019; 63-64:162-68.

30. Mayumi DRPU, Paula ACD, Silva ACS, Bressan J, Hermana HHM. Nut-enriched energy restricted diet has potential to decrease hunger in women at cardiometabolic risk: a randomized controlled trial (Brazilian Nuts Study). *Nutr Res.* 2023;109:35-46.
31. Akalu Y, Molla MD, Gashaw D, Birhanu A. Efeito fisiológico da grelina nos sistemas corporais, *Int. J. Endocrinol.* 2020; 2020(1):1-26.
32. Almeida PP, Thomasi BBM, Costa NDS, Valdetaro L, Pereira AD, Gomes ALTT *et al.*. Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K) Retards Gastric Emptying and Modulates Enteric Glial Cells in a Dose-Dependent Manner. *J. Am. Nutr. Assoc.* 2020;41(2):157-65.
33. Valença SEO, Fonseca MJM, Valença CRV, *et al.*. Prevalência de dislipidemias e consumo alimentar: um estudo de base populacional. *Ciênc. Saúde. Colet.* 2021;26(11):5765-5776.
34. Costa E Silva LM, Pereira MLM, Faro FVR, Monteiro MC, Dos Santos SM, Quadros BAG, *et al.*. Comparison of the Effects of Brazil Nut Oil and Soybean Oil on the Cardiometabolic Parameters of Patients with Metabolic Syndrome: A Randomized Trial. *Nutrients.* 2019; 12(1):46.
35. Spritz N, Mishkel MA. Efeitos das gorduras dietéticas nos lipídios plasmáticos e lipoproteínas: uma hipótese para o efeito hipolipemiante dos ácidos graxos insaturados. *J. Clin. Investig.* 1969; 48: 78–86.
36. Leme, AGHS. Estado nutricional de indivíduos com Comprometimento Cognitivo Leve e Doença de Alzheimer em relação ao Selênio e sua associação com parâmetros que predisõem ao declínio cognitivo [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo; 2021.
37. Cardoso, BR. Efeito do consumo de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) sobre o estresse oxidativo em pacientes com comprometimento cognitivo leve e a relação com variações em genes de selenoproteínas [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo; 2014.
38. Romão Junior, JE. Doença Renal Crônica: Definição, Epidemiologia e Classificação. *Braz. J. Nephrol.* 2004;26(3):1-3.
39. Vinceti M, Urbano T, Chiari A, Filippini T, Wise LA, Tondelli M, *et al.*. Selenoprotein P concentrations and risk of progression from mild cognitive impairment to dementia. *Sci. Rep.* 2023;13(1): 8792.
40. Freitas GCV, Lemos R de CAS, França ACB, Santos LCC dos, Leão SMLM, Nogueira TR. Effects of selenium supplementation on antioxidant defense in Chronic Kidney Disease. *RSD.* 2020;9(5): e189953247.
41. Anselmo NA, Paskakulis LC, Garcias RC, Botelho FFR, Toledo GQ, Cury MFR, *et al.*. Prior Intake of Brazil Nuts Attenuates Renal Injury Induced by Ischemia and Reperfusion. *Braz. J. Nephrol.* 2018;40(1):10-17.
42. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Um Resumo Do Terceiro Relatório de Especialistas Com Uma Perspectiva Brasileira; 2020. Disponível em: https://antigo.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//dieta_nutricao_atividade_fisica_e_cancer_resumo_do_terceiro_relatorio_de_especialistas_com_uma_perspectiva_brasileira.pdf.
43. Steinbrenner H, Sies H. Protection against Reactive Oxygen Species by Selenoproteins. *BBA Gen. Subj.* 2009;1790(11): 1478-85.
44. World Health Organization. Global Report on Diabetes. Geneva; 2016.
45. Pires LV. Efeito da Suplementação com castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) na expressão gênica de citocinas inflamatórias e sua relação com o estresse oxidativo em pacientes com diabetes mellitus tipo 1 [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo; 2012.
46. Macan TP, Magenis ML, Damiani AP, Monteiro IO, Silveira GB, Zaccaron RP, *et al.*. Brazil Nut Consumption Reduces DNA Damage in Overweight Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen.* 2024;895: 503739.