

Aproveitamento dos resíduos de extração de óleo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em produtos alimentícios ricos em proteínas, lipídios e fibras*

The use of residues of extraction from Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa*) in food products high in proteins, lipids and fibers

Aprovechamiento de los residuos de extracción del aceite de la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*) en productos alimenticios ricos en proteínas, lípidos y fibras

Amanda Larissa Garça de Souza
Faculdade de Nutrição, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Nádia Cristina Fernandes Corrêa
Faculdade de Engenharia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Maria Caroline Rodrigues Ferreira
Faculdade de Engenharia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Orquídea Vasconcelos dos Santos
Faculdade de Nutrição, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

RESUMO

OBJETIVO: Analisar as composições nutricionais, minerais e aminoacídicas do material resultante da extração do óleo da castanha-do-brasil. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Seguiu-se o padrão internacional e a legislação brasileira vigente, obtendo-se a farinha desengordurada por extração em prensa hidráulica. Para a caracterização físico-química, usou-se a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists*; para o teor de fibras totais utilizou-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz. Na composição em macro e microminerais, as amostras foram preparadas por digestão ácida assistida em forno micro-ondas com posterior leitura dos elementos por espectrometria; e o perfil de aminoácidos foi obtido por cromatografia líquida de alta eficiência e calculando-se o escore químico de cada um deles, em seguida comparado ao padrão da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura/Organização Mundial da Saúde. **RESULTADOS:** O material resultante da extração do óleo da castanha-do-brasil configura-se como uma farinha com alta relevância nutricional, com média de 502,08 kcal por 100 g. Além disso, destaca-se o teor proteico com média de 37,54%, o teor lipídico em torno de 35,68% e de fibras com 9,65 g/100 g. No que se refere aos micronutrientes, a farinha apresentou considerada riqueza mineral, com destaque para o selênio e o magnésio, com valores próximos ou acima das recomendações diárias de referência. Seu perfil de aminoácido mostrou a qualidade dos componentes estruturais, evidenciando os aminoácidos sulfurados, como a metionina e a cisteína, com valores médios de 25,3 e 7,5 mg/g, respectivamente, além da presença dos aminoácidos de cadeia ramificada. **CONCLUSÃO:** Evidencia-se que a qualidade nutricional e funcional torna esse subproduto apto para aplicação como matéria-prima de base ou em substituições parciais como composto de enriquecimento nutricional no setor alimentício.

Palavras-chave: Análise de Alimentos; Valor Nutritivo; Controle da Contaminação Ambiental.

* Artigo apresentado no I Seminário de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação (I SPMAC), promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente (PPGCMA) e o Laboratório de Simulação Computacional em Meio Ambiente (LSCMAM) da Universidade Federal do Pará (UFPA), realizado de 4 a 8 de maio de 2015 na Cidade Belém, Estado do Pará, Brasil. Os Editores agradecem a parceria do PPGCMA/UFPA e LSCMAM/UFPA e por terem escolhido a Revista Pan-Amazônica de Saúde para publicação dos excelentes trabalhos apresentados no evento.

Correspondência / Correspondence / Correspondencia:

Orquídea Vasconcelos dos Santos
Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Saúde,
Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto,
Campus Profissional III – Complexo Saúde – Faculdade de Nutrição
Rua Augusto Corrêa, 01. Bairro: Guamá
CEP: 66075-900 Belém-Pará-Brasil
Tel.: +55 (91) 3201-8452
E-mail: orquideavs@usp.com.br

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do setor agroindustrial brasileiro é de fundamental importância para o País. Por outro lado, constata-se que a intensificação do processamento de frutas tem gerado grande excedente de resíduos nas diversas etapas da cadeia produtiva. Há desperdício desde a produção no campo até o mercado consumidor, tanto pelo desconhecimento do potencial nutricional de diversas partes de alguns gêneros alimentícios, como os resíduos descartados, quanto pelo preparo e armazenamento inadequado pós-aquisição do produto.

Segundo dados da Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO)¹, o Brasil situa-se entre os três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção aproximada em torno de 40 milhões de toneladas ao ano. Constata-se que uma grande parcela dessas frutas é processada pelas indústrias de polpas e sucos, sendo que cerca de 40% dessas matérias-primas tornam-se resíduos industriais.

O crescimento industrial, em paralelo ao aumento do descarte dos resíduos do processamento das frutas, representa um fator agravante para o setor, pois esses materiais são propensos à degradação microbiológica e contaminação ambiental se não tratados corretamente. Porém, a aplicação de técnicas de secagem, armazenagem e utilização desses subprodutos requer recursos econômicos, o que pode representar um entrave para o seu aproveitamento.

Em virtude desses fatores, esses subprodutos industriais são ainda predominantemente utilizados como ração animal, fertilizantes ou descartados no meio ambiente. Dessa forma, a aplicação de técnicas e o avanço das pesquisas em busca de uma utilização eficiente, que amplie positivamente a relação custo-benefício e que seja ambientalmente correta, vêm se tornando foco de diversos estudos^{2,3}.

Como alternativa, pesquisas têm sido intensificadas nos mais diversos setores industriais com o intuito de minimizar esse problema. Na área alimentícia, busca-se obter o máximo aproveitamento das matérias-primas beneficiadas juntamente com a diminuição de resíduos do processamento agroindustrial. Procura-se, portanto, contribuir para a redução dos custos com alimentação, além de oferecer alternativas para o aproveitamento desses resíduos, acarretando benefícios ambientais, sociais e econômicos e objetivando maximizar o aproveitamento dos recursos naturais com o mínimo de desperdício e danos ambientais^{2,4}.

Nesse sentido, vale ressaltar que as indústrias de frutas e hortaliças apresentam, durante suas diversas etapas da cadeia produtiva, consideráveis perdas que podem ser maiores ou menores, dependendo do setor industrial envolvido.

No caso do processamento industrial das amêndoas de castanha-do-brasil, a geração de resíduos torna-se

maior em virtude do fruto encontrar-se no interior de um ouriço e do descarte das cascas amadeiradas da própria amêndoa e sua respectiva película. Além das amêndoas quebradas que não se encaixam no padrão tipo exportação, o resíduo pode ser ainda maior quando seu teor em óleo é extraído, gerando um grande volume do que se denomina torta desengordurada ou parcialmente desengordurada, dependendo da forma de extração lipídica aplicada^{3,5,6}.

A castanha-do-brasil, também conhecida como "castanha-do-pará", é oriunda da castanheira *Bertholletia excelsa*, árvore nativa da Região Amazônica, pertencente ao gênero *Bertholletia* da família Lecythidaceae. Sua estrutura frutífera é composta por ouriços, sementes e amêndoas^{7,8}.

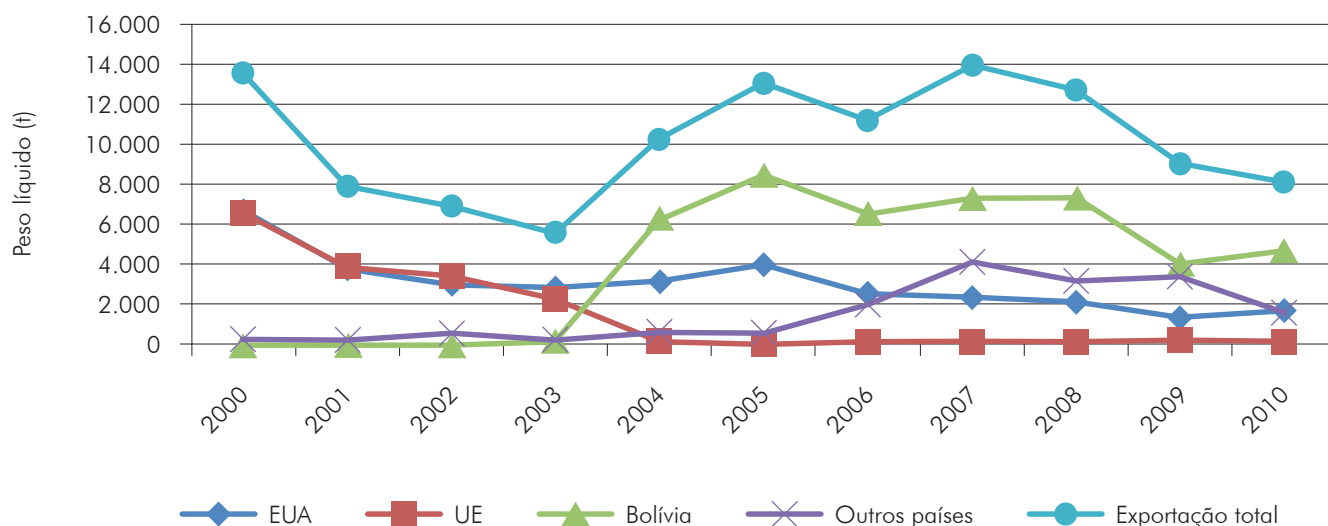
Para atender à universalidade do conhecimento científico, foi adotada a denominação "castanha-do-brasil", que segue o padrão internacional, de acordo com as normas da legislação brasileira para exportação^{8,9}.

O Brasil mantém-se como líder no segmento produtivo com 35.000 t, em uma área média de 325 milhões de hectares. Destacam-se ainda a Bolívia e o Peru na pauta de exportação desse fruto na América do Sul¹⁰. Atualmente, mesmo com uma área plantada com pouco mais de 3%, a Bolívia desponta como líder de mercado no segmento de exportação das amêndoas, em virtude da implantação de tecnologias mais avançadas de beneficiamento e adequação às exigências da União Europeia⁸.

A demanda produtiva da fruticultura brasileira ainda situa-se predominantemente no mercado interno, porém a castanha-do-brasil desponta como um diferencial, sendo um dos destaques na pauta de exportação brasileira. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, os anos de 2008 e 2009 apresentaram uma produção média que oscilou em torno de 34.000 t, com uma grande parcela destinada à exportação^{11,12}.

Os dados estatísticos apresentados pelos órgãos oficiais de pesquisa mostram que as amêndoas de castanha-do-brasil seguem na contramão em relação ao aspecto comercial, quando comparadas à maioria dos frutos. Na figura 1, verifica-se o volume em toneladas de exportação de castanha-do-brasil com casca para diversos países^{8,12}.

O aumento do consumo interno e as aplicações em diversos segmentos – como o setor alimentício e os ramos farmacêuticos, dermocosméticos, cosméticos, entre outros – promovem as oscilações e reduções das exportações (Figura 1). Paralelo a seu incremento no setor industrial, há a geração de uma grande quantidade de rejeitos, uma vez que um dos mais importantes compostos aplicados pela indústria tem sido seu conteúdo lipídico. Esse desenvolvimento tem gerado um fator de considerável impacto ambiental, tornando-se um contaminante quando incinerado pelas indústrias^{1,8,12}.



Fonte: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior.

Figura 1 – Volume de exportações brasileiras de castanha-do-brasil com casca de 2000 a 2010

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi obter e analisar a composição e as propriedades físicas, nutricionais, mineralógicas e aminoacídicas do resíduo agroindustrial pós-extração lipídica da castanha-do-brasil, com a finalidade de potencializar a aplicação desse produto como matéria-prima de base ou como substituição parcial em formulações diversas.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATÉRIA-PRIMA

Foram adquiridos 10 kg de torta parcialmente desengordurada de castanha-do-brasil, provenientes de uma empresa localizada na Cidade de Belém, Estado do Pará (safra de abril de 2014). As amostras foram armazenadas à temperatura de -18°C .

PROCESSO DE OBTENÇÃO DA FARINHA DESENGORDURADA

Para facilitar a extração lipídica residual, foi realizada a secagem do material em estufa (Fabbe®, modelo 170), com circulação forçada de ar nas condições de operação de 50°C por 24 h. O método de escolha da extração foi a prensagem hidráulica (Schwing Siwa-15 t, Brasil), com capacidade de 15 t de pressão, sob um tempo médio de 5 min de pressão constante sobre cada batelada de amostra.

O composto resultante, denominado torta desengordurada, foi posteriormente uniformizado em moinho tipo Willye (Tecnal, modelo TE650), passando a ser então denominada de farinha desengordurada de castanha-do-brasil (Figura 2).

GRANULOMETRIA

A granulometria da farinha desengordurada de castanha-do-brasil foi realizada seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL)¹³ em um conjunto de peneiras série Granulotest (n° 14, 28, 35, 48, 65 e 100) e agitador de peneiras (Bertel Ltda., Brasil, modelo 0701, tipo magnético).

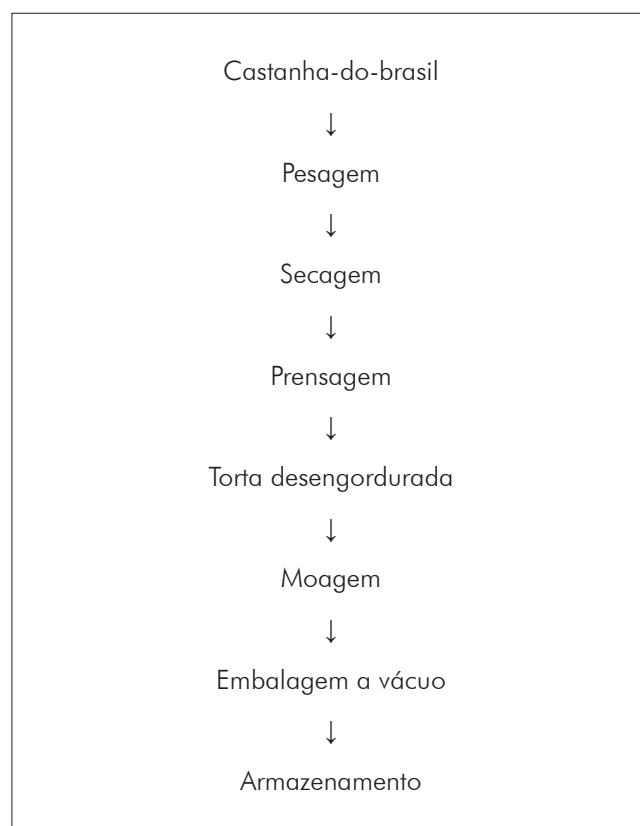


Figura 2 – Fluxograma de obtenção da farinha desengordurada de castanha-do-brasil

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

As análises físico-químicas da farinha parcialmente desengordurada de castanha-do-brasil avaliadas foram: umidade, segundo o método n° 920.151; proteína bruta, segundo o método de micro Kjeldahl n° 950.48; lipídios totais, de acordo com o método n° 948.22; resíduo mineral fixo determinado por incineração, de acordo com método n° 930.05. Todas as análises foram realizadas segundo a metodologia da Association of Official Analytical Chemists¹⁴. O teor de fibras totais foi

determinado pelo método de hidrólise ácida sobre fluxo, seguindo-se a metodologia do IAL¹³. Os carboidratos totais foram calculados por diferença (100 g totais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas). O cálculo do valor energético total (VET) foi obtido aplicando-se os fatores de Atwater 4-9 – 4 kcal/g para os valores de proteínas, lipídios e carboidratos totais^{15,16}.

DETERMINAÇÃO EM MACRO E MICROMINERAIS NA FARINHA DESENGORDURADA

A análise da composição em macro e micronutrientes foi realizada para determinar os teores de cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco, selênio, sódio e potássio. As amostras foram preparadas por digestão ácida, assistida em forno micro-ondas marca *Multiwave 3000 Microwave Sample Preparation System* (Anton Paar, Graz, Áustria). A leitura dos elementos foi realizada por espectrometria de emissão atômica por plasma com argônio induzido (ICP-AES), acoplado ao *SPECTRO Smart Analyser Vision Software* do próprio equipamento de ICP-AES (Spectro Genesis-SOP, EUA).

ANÁLISE DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

A análise do perfil de aminoácidos presentes na farinha desengordurada de castanha-do-brasil foi realizada no Laboratório de Fontes Proteicas do Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo. Os aminoácidos liberados durante a hidrólise ácida reagem com o fenilissotilcianato (PITC) e são separados por cromatografia líquida de alta eficiência (*Thermo Separation Products*, modelo A53000) em fase reversa (coluna AP-18, fabricante Phenomenex) e quantificados pela absorvidade UV a 254 nm. A quantificação é feita por calibração interna multinível, com auxílio do ácido alfa-aminobutírico (AAAB), como padrão interno. Os resultados foram avaliados calculando-se o escore químico (EQ) de cada aminoácido. Os valores encontrados foram comparados ao padrão da FAO/World Health Organization (WHO)¹⁷.

$$EQ = \frac{\text{mg de aminoácidos/g de proteína}}{\text{Padrão FAO/WHO}}$$

RESULTADOS

ANÁLISES FÍSICAS DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DE CASTANHA-DO-BRASIL

Na tabela 1 são exibidos os valores médios da granulometria da farinha parcialmente desengordurada de castanha-do-brasil. Esses dados expressam a distribuição entre as malhas das peneiras, com maior prevalência das peneiras 14, 28 e 35.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

Na tabela 2 são apresentados os valores médios, com os respectivos desvios padrões, da composição

nutricional da farinha parcialmente desengordurada de castanha-do-brasil. Essa composição mostra-se como um composto com alto valor energético e nutricional.

Tabela 1 – Análise da distribuição granulométrica da farinha desengordurada de castanha-do-brasil

Peneiras n°	Amostra retida* (%)
14	18,33
28	27,03
35	45,54
48	6,35
65	2,73
100	0,03
Resíduo	0,02

* Os dados representam a média das triplicatas.

Tabela 2 – Composição nutricional da farinha desengordurada de castanha-do-brasil

Composição	Valores médios
VET (kcal)	502,08
Carboidrato* (g/100 g)	7,70 ± 0,46
Proteínas† (g/100 g)	37,54 ± 0,51
Lipídios (g/100 g)	35,33 ± 0,27
Fibras totais (g/100 g)	9,65 ± 0,63
Umidade (g/100 g)	5,35 ± 0,85
Cinzas (g/100 g)	4,08 ± 0,34

Os dados da tabela estão expressos em base seca (b.s.) representando a média das triplicatas ± desvio-padrão; * Teor de carboidratos calculados por diferença; † Proteína (Nx 5,46).

CARACTERIZAÇÕES EM MACRO E MICROMINERAIS NA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

Os resultados das análises dos principais macro e microminerais, presentes na farinha desengordurada de castanha-do-brasil (Tabela 3), mostram sua relevância, quando comparados com os padrões estabelecidos pela FAO/WHO (1991).

ANÁLISE DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS DA FARINHA DESENGORDURADA

Os dados obtidos com base no perfil de aminoácidos são apresentados na tabela 4. Os resultados indicam o alto padrão das proteínas que compõem a farinha desengordurada de castanha-do-brasil.

Tabela 3 – Análise dos componentes inorgânicos da farinha parcialmente desengordurada de castanha-do-brasil

Minerais	Valores	FAO/WHO (1991)
Macrominerais		
Sódio	0,34 ± 0,15 mg/100 g	2.400 mg
Potássio	1953,60 ± 4,22 mg/100 g	3.500 mg
Cálcio	565,20 ± 55,03 mg/100 g	1.000 mg
Magnésio	798,50 ± 43,80 mg/100 g	400 mg
Microminerais		
Ferro	6,22 ± 0,23 mg/100 g	18 mg
Cobre	1,90 ± 0,35 mg/100 g	2 mg
Zinco	11,80 ± 0,42 mg/100 g	15 mg
Selênio	113,70 ± 0,29 µg/g	70 µg/homens 55 µg /mulheres

Tabela 4 – Perfil de aminoácidos da farinha desengordurada de castanha-do-brasil

Aminoácidos	Teor de aminoácidos (mg/g de proteína)	Padrão FAO/WHO*	Escore químico
Histidina	6,40	16	0,40
Treonina	8,70	9	0,97
Lisina	10,30	16	0,64
Metionina [†]	25,30	17	1,93
Cisteína	7,50	ND	ND
Isoleucina [§]	11,30	13	0,87
Leucina [§]	24,70	19	1,30
Valina [§]	15,20	13	1,17
Fenilalanina [‡]	13,60	19	1,17
Tirosina	8,70	ND	ND
Triptofano	4,40	5	0,88

* Teor de aminoácidos recomendados para adultos acima de 18 anos de idade¹⁷; [†] Metionina + Cisteína; [‡] Fenilalanina + Tirosina; [§] Aminoácidos de cadeia ramificada; ND: Não determinado.

DISCUSSÃO

ANÁLISES FÍSICAS DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

A análise granulométrica forneceu os diâmetros das partículas, por meio de peneiramento em malhas, previamente definidos – parâmetros estipulados segundo a legislação brasileira¹⁸.

A granulometria analítica obedeceu aos critérios oficiais definidos pelo Ministério da Agricultura e do

Abastecimento¹⁸, tomando como base para fonte de classificação a farinha de mandioca.

Analisando os resultados obtidos, foi possível verificar que são compatíveis com a farinha de mandioca do grupo seca e subgrupo farinha fina. Esses dados mostram as possibilidades de aplicações desse material como substituição proporcional em outros tipos de farinhas tradicionais, promovendo a agregação de funcionalidade e valor ao produto.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

Na análise dos resultados obtidos, destaca-se o VET da farinha, com média de 502,08 kcal/100 g. Quando se compara a dieta padrão em termos nutricionais, estipulada para uma média diária de 2.000 kcal, constata-se que, em 100 g de consumo desse material, supre-se cerca de 25,10% da ingestão calórica total diária.

Os principais macronutrientes responsáveis por esse alto conteúdo energético recaem sobre seu conteúdo lipídico com média de 35,33%, e proteína com 37,54%. Esses parâmetros mostram sua potencialidade de aplicação alimentícia, destacando-se como uma das principais fontes proteicas. Foi possível verificar, também pelo alto valor de lipídio "residual" ainda encontrado no material, que a forma de extração de seu conteúdo lipídico não foi eficiente, o que promove consequentemente uma retenção maior de lipídio e menor quantificação de proteínas.

A composição lipídica desse material é um destaque quando comparada com outras farinhas. Levando-se em consideração a potencialidade de seu teor lipídico baseado no seu perfil em ácidos graxos essenciais, a extração "total" diminuiria a sua funcionalidade lipídica, reduzindo o valor energético e nutricional do resíduo (torta ou farinha).

Em comparação com outras farinhas derivadas de oleaginosas, a de castanha-do-brasil apresenta-se superior à farinha desengordurada de cupuaçu, com teor médio de 3,25% de lipídios em sua constituição; à farinha de soja, com média de 1,67%; e à farinha de mandioca, a mais consumida no País, com médias de 0,21 a 1,91% de lipídios^{19,20,21,22}.

O percentual proteico da farinha de castanha-do-brasil (37,54%) mostrou-se superior à farinha de cupuaçu desengordurada (27,65%) e acima de uma das três variedades de farinha de tremoço (médias de 33,70, 40,76 e 46,03%). Em relação à farinha de soja, seu valor foi inferior; vale ressaltar que a soja é uma das maiores fontes proteicas, apresentando valor médio de 46,7%^{19,20,21,22,23,24}.

A fibra foi outro macronutriente funcional encontrado nesse material que apresentou considerável valor, com média de 9,65%, classificando-o, com base na Portaria n° 27 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)²⁵, como um produto com alto teor em fibras.

A umidade da farinha de castanha-do-brasil, com média de 5,35%, mostra-se como um produto abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente no Brasil, definido pela Resolução RDC/ANVISA n° 263²⁶ e pela Instrução Normativa n° 8 do Ministério da Agricultura²⁷, que estipula um valor máximo de 15% para umidade em farinha de trigo. Apresenta-se também em conformidade com a Portaria n° 554¹⁸, a

qual estabelece padrões para a farinha de mandioca, com teores máximos de umidade tolerável de 13%. Esse nível é adequado para um bom estado do material em termos de conservação, o que minimiza os riscos de reações de deterioração por atividades enzimáticas e/ou crescimento microbiano acelerado, entre outros.

A composição nutricional desse material o habilita como uma possibilidade de inclusão em produtos alimentícios, em substituição parcial ou total, por seu alto conteúdo em teores de macronutrientes, com destaque para proteínas, lipídios e fibras. Essa agregação de valor em nível de substituição depende essencialmente da qualidade e quantidade nutricional do material presente.

CARACTERIZAÇÕES EM MACRO E MICROMINERAIS DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA

A análise da tabela 3, expressa em macrominerais, toma como base o seu conteúdo em miligrama por 100 g; e os microminerais, os elementos com teores abaixo desse valor, sendo também considerados, em alguns casos, como elementos traços²⁸.

Os principais macronutrientes observados foram o sódio e o potássio, com resultados em teores médios de 0,34 mg/100 g e 1953,50 mg/100 g, respectivamente, sendo esses comparados com as recomendações da FAO/WHO²⁹. A função desses minerais está relacionada aos processos de contração e relaxamento muscular, componentes primordiais no equilíbrio e polaridade da membrana muscular e transmissão dos impulsos nervosos. São considerados eletrólitos, pois mantêm a permeabilidade das membranas plasmáticas e o equilíbrio ácido-básico dos líquidos corporais³⁰.

Um dos mais importantes elementos é o cálcio, que apresentou média de 565,20 mg/100 g. Os resultados apresentam alta relevância desse micronutriente, com percentuais médios de 65,6% da Ingestão Dietética de Referência (*Dietary Reference Intakes*) estipulada pela FAO/WHO²⁹. A relevância desse mineral no organismo humano situa-se na formação dos ossos e dentes, representando aproximadamente 75% do conteúdo mineral total do organismo^{30,31}.

Os micronutrientes com maior destaque encontrados na farinha foram: o ferro, com média de 6,31 mg/100 g; o cobre, com média de 1,90 mg/100 g; e o zinco, com 11,43 mg/100 g. Esses resultados mostram-se consideráveis em termos percentuais com valores proporcionais de 35%, 95% e 76,2% de relevância, quando comparados com as recomendações diárias de ingestão estabelecidas pela FAO/WHO²⁹.

Esses elementos têm suas funções de destaque na formação de hemoglobina e hemácias e de mioglobinas nas fibras musculares, bem como na produção energética mitocondrial, na produção de antioxidantes e na formação de radicais livres^{30,31}.

O grande destaque entre os micronutrientes apresentados na farinha desengordurada de castanha-do-brasil é o selênio, devido a sua ação funcional; quando em presença com a vitamina E, é considerado um dos maiores elementos antioxidantes. A média nesta pesquisa foi de 113,70 µg/100 g, acima das recomendações diárias de ingestão³² tanto para homens de 75 µg quanto para mulheres de 55 µg.

A redução do percentual lipídico promove o aumento do teor proteico, como consequência do processo de extração para a obtenção do seu óleo. O teor proteico eleva-se, promovendo a junção do selênio associado aos aminoácidos metionina e cisteína, formando o complexo selênio-metionina e selênio-cisteína, além da ligação de outros minerais como o cobre e o ferro³³.

O selênio e o magnésio têm ações importantes no sistema de defesas imunológicas, antioxidantes e ação no metabolismo das glândulas tireoides, por sua ação enzimática com a iodotironina desidrogenases, que converte a tiroxina (T₄) em tri-iodotironina (T₃). Assim, verifica-se que o mais atuante hormônio da tireoide é uma selenoproteína³³.

Diante desses dados, o aproveitamento de subprodutos de oleaginosas, como a farinha desengordurada de castanha-do-brasil, tem um alto conteúdo nutricional em macro e micronutrientes, o que pode promover o seu emprego para fins alimentícios, com informações detalhadas como se apresenta sobre a sua composição nutricional, comparação com as recomendações diárias, valores biológicos e a qualidade e quantidade de minerais presentes nessa e em outras matérias-primas.

ANÁLISE DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS DA FARINHA DESENGORDURADA

A qualidade biológica das diversas proteínas alimentares está relacionada diretamente a sua constituição em aminoácidos essenciais, blocos formadores das estruturas proteicas (Tabela 4). A essencialidade dos aminoácidos e o escore químico são parâmetros de relação entre o aminoácido da amostra teste e o aminoácido correspondente tomado como referência, considerando como padrão o da FAO/WHO¹⁷. O aminoácido limitante é o que apresenta o menor escore químico entre os aminoácidos analisados. Por sua vez, observa-se que todos os aminoácidos com escore químico maior que 1,0 são proteínas de alto valor biológico^{33,34}.

Os resultados mostrados na tabela 4 indicam que o aminoácido triptofano é um aminoácido limitante de menor valor, com escore químico de 0,88, seguido da histidina, com 0,40, e da leucina, com 0,64. Os aminoácidos sulfurados metionina e cisteína têm os maiores valores com média de 25,30 e 7,50 mg/g,

respectivamente, sendo esses computados em somatória, em virtude da cisteína ser formada a partir da metionina, com o maior escore químico, 1,93 mg/g, mostrando-se muito maior que a referência, com valor 1,0 para as proteínas de alto valor biológico¹⁷.

Os aminoácidos de cadeia ramificada isoleucina, leucina e valina apresentam destaque na indústria de alimentação esportiva. Seu desempenho local é diferenciado por atuarem nos músculos esqueléticos como caminho primordial de ação. Os valores encontrados foram 11,30, 24,70 e 15,20 mg/g, com escores químicos de 0,87, 1,30 e 1,17, respectivamente.

Nesses dados, observa-se outra funcionalidade dessa matéria-prima, sua aplicação na elaboração de produtos para praticantes de atividade física, visando o aproveitamento do seu potencial funcional em aminoácidos essenciais e, em destaque, os aminoácidos de cadeia ramificada, base de muitos produtos aplicados com fins de hipertrofia muscular^{30,31}.

CONCLUSÃO

O aproveitamento agroindustrial do resíduo desengordurado de castanha-do-brasil apresenta grande valor nutricional, baseado em seus elevados valores em lipídios e proteínas. E o aspecto funcional presente nesse material, como o teor em fibras, o alto escore químico em aminoácidos sulfurados e de cadeia ramificada, mostram as possibilidades de substituição e agregação de valor pelos mais diversos segmentos do setor alimentício.

A composição em micronutrientes, com destaque para o teor de selênio e manganês, reafirma sua riqueza nutricional e funcionalidade orgânica na prevenção de agravos à saúde humana. Seu padrão de qualidade biológica, expressa pelo perfil de aminoácidos, mostra a potencialidade da composição proteica dessa farinha, principalmente como fonte de aminoácidos sulfurados e de aminoácidos de cadeia ramificada.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais, com a agregação de valor a esses produtos, torna-se uma considerável ferramenta para a redução da contaminação ambiental, causada pelo descarte inadequado desses materiais no ambiente, paralelo ao prosseguimento da cadeia agroindustrial e o valor agregado a esses compostos.

A farinha apresenta potencial para ser aplicada no enriquecimento de diversos alimentos, como panificação, barras proteicas, etc. Além disso, há produtos oriundos das amêndoas da castanha-do-brasil, como o óleo, o leite e demais derivados que são amplamente utilizados, não apenas na área alimentícia, mas também em diversos ramos industriais, como os cosméticos, produtos farmacêuticos, entre outros.



The use of residues of extraction from Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa*) in food products high in proteins, lipids and fibers

ABSTRACT

OBJECTIVE: Analyzing nutritional, mineral and amino acid compositions of resulting material of oil extraction from Brazil nut oil. **MATERIALS AND METHODS:** International standard and current Brazilian laws were used, so the defatted Brazil nut flour was obtained by extraction in hydraulic press. For the physicochemical characterization it was used the methodology from Association of Official Analytical Chemists, the methodology from the Instituto Adolfo Lutz was used for the contents of total fibers. In the composition of macro and microminerals, the samples were prepared by acid digestion in microwave with further reading of the elements by spectrometry; and amino acid profile was obtained by high performance liquid chromatography and by chemical score of each amino acid, after that was compared to the Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. **RESULTS:** The material resulting from Brazil nut oil is flour with a high nutritional quality with an average of 502.08 kcal per 100 g. In addition, the protein content showed an average of 37.54%, the lipid content around 35.68% and fibers with 9.65 g/100 g. About micronutrients, flour presented mineral richness, especially selenium and magnesium, with values close to or above the daily recommendations of references. Its amino acid profile showed the quality of structural components, evidencing sulfur amino acids such as methionine and cysteine, with mean values of 25.3 and 7.5 mg/g, respectively, besides the presence of branched-chain amino acids. **CONCLUSION:** It is evidenced that nutritional and functional quality makes this by-product suitable for application as a basic raw material or in partial substitutions as compound of nutritional enrichment in the food industry.

Keywords: Food Analysis; Nutritional Value; Control of Environmental Contamination.

Aprovechamiento de los residuos de extracción del aceite de la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*) en productos alimenticios ricos en proteínas, lípidos y fibras

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar las composiciones nutricionales, minerales y aminoacídicas del material resultante de la extracción del aceite de la nuez de Brasil. **MATERIALES Y MÉTODOS:** La metodología siguió el estándar internacional y la legislación brasileña vigente, así, la harina desengrasada se obtuvo por extracción en prensa hidráulica. Para la caracterización físico-química se siguió la metodología de la *Association of Official Analytical Chemists*, el tenor de fibras totales siguió la metodología del Instituto Adolfo Lutz. En la composición en macro y micro minerales las muestras se prepararon por digestión ácida asistida en horno microondas con posterior lectura de los elementos en espectrometría; y el perfil de aminoácidos se obtuvo por cromatografía líquida de alta eficiencia y a través del score químico de cada aminoácido, enseguida fueron comparados al estándar de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. **RESULTADOS:** Los resultados muestran que el material resultante de la extracción del aceite de la nuez de Brasil se configura como una harina con alta relevancia nutricional, con media de 502,08 kcal por 100 g. Además, se destaca el valor proteico con media de 37,54%, el tenor lipídico alrededor de los 35,68% y de fibras con 9,65 g/100 g. En lo que se refiere a los micronutrientes la harina presentó una considerable riqueza mineral, con destaque para el selenio y el magnesio, con valores próximos o superiores a las recomendaciones diarias de referencia. Su perfil de aminoácido mostró la calidad de los componentes estructurales, evidenciando los aminoácidos azufrados, como la metionina y la cisteína, con valores medios de 25,3 y 7,5 mg/g, respectivamente, además de la presencia de los aminoácidos de cadena ramificada. **CONCLUSIÓN:** En la conclusión queda evidente que la calidad nutricional y funcional torna este subproducto apto para aplicación como materia prima de base o en sustituciones parciales, como compuesto de enriquecimiento nutricional en el sector alimentario.

Palabras clave: Análisis de Alimentos; Valor Nutritivo; Control de la Contaminación Ambiental.



REFERÊNCIAS

- 1 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT [Internet] Rome: FAO; 2010 [cited 2010 Mar 12]. Available from: <http://faostat.fao.org/beta/en/#home>.
- 2 Kobori CN, Jorge N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. *Cienc Agrotec*. 2005 set-out;29(5):1008-14.
- 3 Santos OV, Lopes AS, Azevedo GO, Santos AC. Processing of Brazil-nut flour: characterization, thermal and morphological analysis. *Cienc Tecnol Aliment*. 2010 May;30 Suppl 1:S264-9.
- 4 Thassitou PK, Arvanityannis IS. Bioremediation: a novel approach to food waste management. *Trends Food Sci Tech*. 2001 May-Jun;12(5-6):185-96.

- 5 Santos OV. Desenvolvimento de barras de alto teor proteico a partir da castanha-do-Brasil [dissertação]. Belém (PA): Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia; 2008.
- 6 Yang J. Brazil nuts and associated health benefits: a review. *Food Sci Technol*. 2009 Dec;42(10): 1573-80.
- 7 Enríquez G, Silva MA, Cabral E. Biodiversidade da Amazônia: usos e potencialidades dos mais importantes produtos naturais do Pará. Belém: NUMA/UFPA; 2003.
- 8 Santos OV, Corrêa NCF, Soares FASM, Gioielli LA, Costa CEF, Lannes SCS. Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes. *Food Res Int*. 2012 Jul;47(2):253-8.
- 9 Brasil. Decreto lei nº 51.209, de 18 de agosto de 1961. Aprova as novas especificações para a classificação e fiscalização da exportação da "Castanha do Brasil". *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 18 ago 1961; Seção 1:7523.
- 10 Tonini H, Costa P, Kaminski PE. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. *Rev Floresta*. 2008 jul-set;38(3):445-57.
- 11 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Programa SIDRA: Bancos de Dados Agregados [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010 [citado 2012 jan 5]. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.
- 12 ALICEweb: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior [Internet]. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; 2010 [citado 2012 jan 5]. Disponível em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>.
- 13 Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 1985.
- 14 Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International [Internet]. 17th ed. Gaithersburg: AOAC; 2000 [cited 2014 Nov 12]. Available from: http://www.aoac.org/iMIS15_Prod/AOAC/Home/AOAC_Member/Default.aspx?hkey=8fc2171a-6051-4e64-a928-5c47dfa25797.
- 15 Anderson L, Dibble MV, Turkki PR, Mitchell HS. Nutrição. 17. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
- 16 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional e Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 2003 dez 26; Seção 1:33.
- 17 World Health Organization. Energy and protein requirements [Internet]. Geneva: WHO; 1985 [cited 2011 Apr 13]. (WHO Report series; no. 724). Available from: <http://www.fao.org/docrep/003/aa040e/aa040e00.htm>.
- 18 Brasil. Ministério de Estado da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 554, de 30 de agosto de 1995. Estabelece a norma de identificação e qualidade, acondicionamento e transporte de farinhas de mandioca para fins de comercialização. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 1995 set 1; Seção 1:13515.
- 19 Carvalho AV. Extração, concentração e caracterização físico-química e funcional das proteínas de semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) [tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2004.
- 20 Silva MS, Naves MMV, Oliveira RB, Leite OSM. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Cienc Tecnol Aliment*. 2006 jul-set;26(3):571-6.
- 21 Miamoto JBM. Obtenção e caracterização de biscoito tipo cookies elaborado com farinha de inhame (*Colocasia esculenta* L.) [dissertação]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2008.
- 22 Souza JML, Negreiros JRS, Álvares VS, Leite FMN, Souza ML, Reis FS, et al. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. *Cienc Tecnol Aliment*. 2008 out-dez;28(4):907-12.
- 23 Bueno ROG. Características de qualidade de biscoito e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspira [dissertação]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2005.
- 24 Ribeiro AG. Desenvolvimento de produto tipo shake utilizando farinha de tremçoço doce (*Lupinus albus*) cv Multolupa, decorticada e desengordurada [dissertação]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2006. 71 p.
- 25 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 1998 jan 16; Seção 1:1.
- 26 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da União, Brasília (DF)*, 2005 set 23; Seção 1:368.

- 27 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2015 jun 3; Seção 1:91.
- 28 Dutra-de-Oliveira JE, Marchini JS. Ciências nutricionais: aprendendo a aprender. 2. ed. São Paulo: Sarvier; 2008.
- 29 Food Agriculture Organization of the United Nations. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: report of an FAO expert [Internet]. Rome: FAO; 2013 [cited 2012 Mar 23]. (FAO Food and nutrition paper; nº 92). Available from: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>.
- 30 Macdle WD, Katch IF, Katch LV. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
- 31 Mahan LK, Escott-Stump S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 10. ed. São Paulo: Roca; 2002. 1157 p.
- 32 Kannamkumarath SS, Wrobel K, Wuilloud RG. Studying the distribution pattern of selenium in nut proteins within formation obtained from SECUV- ICP-MS and CE -ICP-MS. Talanta. 2005 Mar;66(1):153-9.
- 33 Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3. ed. São Paulo: Atheneu; 2000.
- 34 Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. Cienc Tecnol Aliment. 2006 jan-mar;26(1):179-87.

Recebido em / Received / Recibido en: 6/7/2015
Aceito em / Accepted / Aceptado en: 19/8/2016