

ESTUDO DA EXTRAÇÃO COM ETANOL DO ÓLEO DA NOZ MACADÂMIA PROVENIENTE DA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO



ISSN: 2447-5580

EXTRACTION STUDY WITH ETHANOL OF THE MACADAMIA NUT OIL FROM THE NORTH REGION OF THE ESPÍRITO SANTO

**Cristina de Ramos Fischer¹; Cristiane Pitol Chagas Ferreira²; Ana Paula Oliveira Costa³;
Vivian Chagas da Silveira⁴; Paulo Sérgio da Silva Porto⁵; Christiane Mapheu Nogueira⁶**

- 1 Graduada em Licenciatura em Química. UFES. Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES. São Mateus, ES. cris_fischersm@hotmail.com
- 2 Mestranda em Ensino na Educação Básica. UFES. Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES. São Mateus, ES. crispitol@yahoo.com.br.
- 3 Doutora em Ciências dos Materiais. UFRGS, 2007. Professora Adjunta do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES. São Mateus, ES. ana.o.costa@ufes.br
- 4 Doutora em Química. USP, 2009. Professora Adjunta do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES. São Mateus, ES. vivian.silveira@ufes.br
- 5 Doutor em Engenharia Química. UNICAMP, 2005. Professor Associado do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES. São Mateus, ES. paulo.porto@ufes.br
- 6 Doutora em Ciências. UFSCar, 2005. Professora Adjunta do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES. São Mateus, ES. christiane.nogueira@ufes.br

Recebido em: 31/06/2016 - Aprovado em: 16/08/2016 - Disponibilizado em: 30/09/2016

RESUMO: A Noz Macadâmia é uma amêndoa pertencente à família Proteaceae nativa da Austrália sendo considerada como a "rainha das nozes" pelo seu rico sabor amanteigado e elevado preço. A noz macadâmia apresenta boa aceitação no mercado internacional, embora sendo pouco produzida e consumida no mercado brasileiro. O Espírito Santo é responsável por grande parte da produção nacional da cultura de macadâmia, sendo um dos líderes em exportação. A noz macadâmia é constituída de até 80% de óleo rico em ácidos graxos monoinsaturados que alteram favoravelmente o perfil lipídico, auxiliando na redução do colesterol total. O hexano é o solvente preferido no processo de extração do óleo de macadâmia, devido ao seu baixo ponto de ebulição (68,9°C) e por não transmitir ao óleo odores desagradáveis. No entanto, o etanol também é uma opção como solvente, uma vez que tem como benefício ser proveniente de fontes renováveis, ter o menor custo e ser presente na região. Por isso, viu-se a necessidade de estudar as melhores condições de extração do óleo de macadâmia, utilizando o etanol como solvente, visando à obtenção de um método eficiente com melhor rendimento. Os resultados obtidos com etanol atingiram valores abaixo do esperado, uma vez que a maior rendimento obtido foi 38,9%. Além disso, foi observado que o tempo de extração e o diâmetro da partícula da amostra influência no rendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Macadâmia. Óleo. Extração. Etanol.

ABSTRACT: The Macadamia nut is a nut belonging to the Proteaceae family native of Australia being regarded as the "queen of nuts" for its rich buttery flavor and high price. The macadamia nut has good acceptance in the international market, although a little produced and consumed in Brazil. The Espírito Santo is responsible for great part of the national production of macadamia, one of the export leaders. Macadamia nuts is made of up to 80% oil

rich in monounsaturated fatty acids favorably alter the lipid profile, helping to reduce total cholesterol. The hexane is the preferred solvent in macadamia oil extraction process, due to its low boiling point (68,9°C) and does not pass to the oil unpleasant odors. However, ethanol is also an option as the solvent, since it has as a benefit to be derived from renewable sources, have the lowest cost and being present in the region. Therefore, is necessary to study the best extraction conditions of macadamia oil, using ethanol as solvent, in order to obtain an efficient method with higher yields. The results obtained with ethanol reached values lower than expected, since the higher yield obtained was 38.9%. Furthermore, it was observed that the extraction time and the particle diameter of the sample influence on the yield.

KEYWORDS: Macadamia. Oil. Extraction. Ethanol.

INTRODUÇÃO

A noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) é uma árvore pertencente à família das *Proteaceae*, cuja noz é muito valorizada entre as nozes comercializadas no mundo devido ao seu sabor. A noqueira macadâmia possui uma amêndoa que pode ser consumida *in natura* (SOBIERAJSKI *et al*, 2006).

A Noz Macadâmia apresenta um formato considerado esférico, sendo composta de uma amêndoa de cor amarelada na parte interna, envolvida por uma casca de coloração marrom. O conjunto amêndoa e casca é chamado de “noz” como mostra a FIG. 1. Quando este é envolvido pelo carpelo, casca de cor verde que protege a noz, constitui o chamado “fruto” (PIZA, 2014). A amêndoa é o produto comercial com sabor refinado e alto valor nutritivo, sendo consumida crua, torrada, salgada ou em bombons finos. As amêndoas danificadas durante o processamento são utilizadas para extração de óleo de excelente qualidade, sendo empregado principalmente na fabricação de cosméticos na composição de hidratantes e indústria farmacêutica como redutor dos níveis de colesterol (PIMENTEL, 2007).



Figura 1 - Carpelo, casca e amêndoa da noz macadâmia

Fonte - MPC, 2016

A produção e o mercado de macadâmia são dominados pela Austrália e pelos Estados Unidos como mostra a FIG. 2. O Brasil também contribui na produção mundial, sendo o cultivo ainda destinado principalmente à exportação (STEPHENSON, 2005). Atualmente, o País possui 6.500 hectares plantados da espécie *Macadâmia integrifolia*, divididos entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia e algumas regiões do norte do Paraná e Planalto do Mato Grosso do Sul (PIZA, 2014).

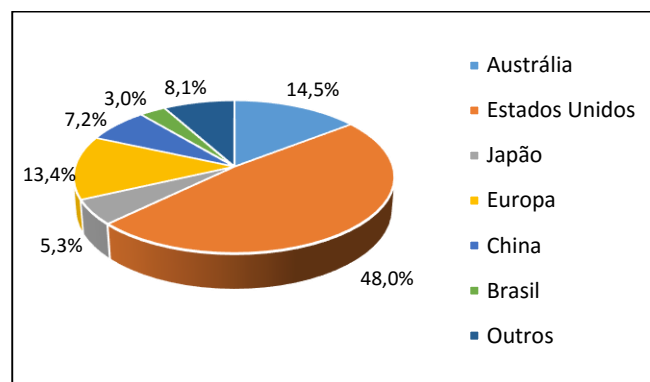


Figura 2 - Produção Mundial de Noz Macadâmia

Atualmente, paulistas e capixabas são os maiores produtores da noz no país, sendo responsáveis por 33 e 31%, respectivamente (ABM, 2011). No Espírito Santo, o Norte do Estado é onde está localizada a maior produção, pois existe a Cooperativa Agroindustrial dos Produtores de Noz Macadâmia (COOPMAC), que produz, processa e exporta atualmente 50% do total de macadâmia exportadas do Brasil (SOBIERAJSKI *et al*, 2006; COOPMAC, 2015).

A produção de macadâmia no Brasil é destinada quase que exclusivamente a exportação, mas esta realidade está sendo revertida, devido o lançamento de produtos com o óleo da macadâmia nas grandes indústrias (PIZA, 2014).

A noz macadâmia é extremamente nutritiva e concentra altos teores de gordura, que variam entre 70 e 80% de seu peso total. De acordo com Nobre (2015), este óleo é composto ácidos graxos como os ácidos oléico, linoléico, palmítico, esteárico, mirístico, entre outros, conforme discriminados na Tabela 1.

O óleo de macadâmia apresenta qualidade nutricional significativa, contendo ômega 7 que auxilia o equilíbrio dos níveis de colesterol e a quebra de gorduras prejudiciais ao nosso organismo, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (GARBELINI, 2009). Além disso, ela possui fitoesteróis, que possuem diversas funções reguladoras no organismo humano, tais como diminuir o colesterol total, reduzir a taxa de açúcar no sangue e favorecer a quebra de gordura nos tecidos que envolvem o fígado (ABM, 2011). Por esse motivo, a extração de seu óleo é extremamente rentável e a qualidade obtida é comparável à do óleo de oliva (MARSAIOLI JUNIOR & SILVA, 2006).

Tabela 1

Composição dos ácidos graxos do óleo da Macadâmia

Ácido Graxo	Composição (%)
Mirístico (C14:0)	0,64
Palmítico (C16:0)	8,23
Palmitoléico (C16:1)	18,54
Esteárico (C18:0)	4,43
Oléico (C18:1)	59,67
Linoléico (C18:2)	1,30
Linolênico (C18:3)	0,14
Araquídico (C20:0)	3,25
Behênico (C22:0)	0,92
Erúcico (C22:1)	0,24
Lignocérico (C24:0)	0,39

Fonte - NOBRE, 2015, p.3.

O instrumento para extração dos lipídios em solvente foi desenvolvido por Franz von Soxhlet em 1879 e conhecido como extrator de Soxhlet, que apontou o

grau da importância de trituração da amostra, quanto à duração e a eficiência do processo (SOXHLET, 1879). Uma das principais vantagens deste método é o contato direto da amostra com o solvente sendo renovada constantemente e a metodologia simples (FORNASARI, 2014).

O solvente mais utilizado em extrações é o hexano, por ser um hidrocarboneto derivado do petróleo, com baixo ponto de ebulição (68,9 °C), apolar e não transmitir odores desagradáveis ao óleo ou à parte sólida. É altamente inflamável e, portanto, cuidados devem ser tomados para evitar a geração de faíscas durante sua manipulação (BRENNAN, 2006). O etanol pode ser uma alternativa ao processo de extração, além da vantagem de ser produzido através de fontes renováveis. A comparação das propriedades químicas permite verificar que o etanol oferece menores riscos operacionais do que o hexano, pois apresenta maiores temperaturas de inflamação (12 °C do hexano contra – 22 °C do etanol) e toxicidade mais baixa (LD50 oral para ratos de 6.200 contra 2.500 mg/kg) (PEREIRA, 2009). Além disso, o etanol possui menor custo de mercado e é um solvente produzido na região. No entanto, por apresentar temperatura de ebulição alta (78,4 °C), o etanol poderá acarretar características diferenciadas ao óleo em comparação ao produto extraído com hexano.

Pensando no atual contexto e o desafio da Região Norte do Estado do Espírito Santo foi observada a necessidade de estudar as melhores condições de extração do óleo da macadâmia proveniente desta região, utilizando como solvente o etanol. Com o objetivo de visar a obtenção de um método eficiente com melhor rendimento, sem perder a qualidade do produto.

METODOLOGIA

Os frutos de Macadâmia foram adquiridos no Mercado Municipal de São Mateus-ES. A matéria-prima foi

triturada em liquidificador e suas partículas foram separadas em peneiras Tyler com 3 faixas de diâmetros, sendo estes 6,0 - 8,9, 9,0 - 9,9 e ≥ 10 mesh. Cada porção com os diferentes diâmetros foi dividida em 3 partes, sendo que 2 partes foram secas em estufa por 10 horas em 50 e 60°C. A extração foi realizada em aparelho Soxhlet com 160 mL de etanol e aproximadamente 10 g de macadâmia. Após a extração, o solvente foi evaporado sob pressão reduzida. Os procedimentos foram realizados em triplicata em diferentes tempos de extração, 2 horas (3 ciclos) e 3 horas (5 ciclos). Após a extração, o solvente foi evaporado sob pressão reduzida (D'OCA, *et al.*, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As extrações foram realizadas em triplicata com duração de 2 horas e 3 horas para cada diâmetro de partícula com secagem e sem secagem. Foram realizadas ao todo 18 extrações em triplicata como a FIG 3 .



Figura 3 – Extração do óleo da Noz Macadâmia

Fonte – Acervo do Autor

O rendimento das extrações foi calculado através da razão entre a massa de óleo extraída e a massa das amostras iniciais.

Ao analisar os dados obtidos, foi observado que ao utilizar o etanol, como solvente, o rendimento não foi como o esperado, uma vez que pela literatura a macadâmia apresenta aproximadamente 80% de óleo. Um motivo provável para este resultado, pode ser a alta temperatura de ebulição do etanol o que resultou em ciclos mais longos durante o processo extrativo. Assim, em 2 e 3 horas não houve ciclos suficientes para extrair o óleo totalmente. Além disso, foi possível observar uma possível degradação do óleo da macadâmia extraído com etanol, devido a coloração amarela escura. Na literatura é relatado que o óleo da macadâmia possui coloração amarelo claro, quase transparente (FRANÇA, 2007), esta diferença pode ser devido ao aquecimento durante a extração.

Dessa forma, ficou claro que o tempo de extração é o principal fator que influencia na quantidade de óleo obtido. Em todas as amostras analisadas o rendimento médio das extrações de 3 horas foi maior que o rendimento médio das extrações realizadas em 2 horas. O tempo de extração e conseqüentemente, a quantidade de ciclos do processo influencia consideravelmente na quantidade de óleo obtido.

Além do tempo de extração, foi observado que o diâmetro das partículas também influenciou no rendimento da extração, visto que quanto menor o diâmetro da partícula da noz macadâmia que neste caso é o *mesh* ≥ 10 , maior é a superfície de contato e conseqüentemente, mais óleo é extraído. Estes resultados podem ser observados na Tabela 2, em que a extração do óleo com a macadâmia de *mesh* ≥ 10 apresentou rendimentos de 36%, 30% e 38% nas amostras sem secagem, com secagem de 60° C e 50° C respectivamente. Em contrapartida, nas amostras com maior diâmetro (*mesh* 6,0 – 8,9) e menor superfície de contato os rendimentos foram de 26%, 31% e 32% nas amostras sem secagem, com secagem 60° C e 50° C respectivamente. Logo, quanto mais triturada estiver a amostra, mais eficiente será o processo.

Diferenças significativas quanto às temperaturas de secagem da macadâmia não foram notadas. A secagem da macadâmia antes da extração teve pouca influência no rendimento, no entanto, uma temperatura elevada possivelmente poderá acarretar na degradação do óleo.

Tabela 2

Dados das extrações do óleo da Noz Macadâmia.

Diâmetro (mesh)	Ciclos	Secagem	Rendimento (%)
≥10	2 horas-3 ciclos	Ambiente	23,35
		50° C	23,17
		60° C	17,24
	3 horas-5 ciclos	Ambiente	36,75
		50° C	30,05
		60° C	38,90
9,0 - 9,9	2 horas-3 ciclos	Ambiente	24,95
		50° C	25,96
		60° C	18,10
	3 horas-5 ciclos	Ambiente	31,39
		50° C	39,03
		60° C	29,26
6,0 - 8,9	2 horas-3 ciclos	Ambiente	21,12
		50° C	18,59
		60° C	19,13
	3 horas-5 ciclos	Ambiente	26,30
		50° C	31,80
		60° C	32,41

CONCLUSÃO

O rendimento do processo com etanol não foi como o esperado, expondo valores abaixo do que a quantidade de óleo presente na macadâmia, segundo a literatura, de aproximadamente 80%. O etanol por apresentar uma temperatura de ebulição elevada, demanda mais tempo para completar os ciclos. Assim, o tempo utilizado no processo de extração (2 e 3

horas) não atingiu ciclos suficientes para obter um rendimento satisfatório.

Portanto, o tempo de extração influencia diretamente no rendimento do processo, uma vez que ao comparar o rendimento em cada tempo, em 3 horas, mais ciclos são realizados e mais óleo tende a ser extraído.

Além disso, pode-se observar que a macadâmia com menor diâmetro (mesh ≥10) possui uma maior superfície de contato, resultando em um processo de extração mais eficiente. As temperaturas de secagem das partículas não apresentaram mudança significativa no rendimento do óleo.

AGRADECIMENTOS

FAPES, CNPq, UFES.

REFERÊNCIAS

ABM - Associação Brasileira de Noz Macadâmia. *Nutrição e Saúde*. Dois Córregos: Associação, 2006. Disponível em: <<http://www.abm.agr.br>>. Acesso em: 5 maio 2015.

BRENNAN, J. G. *Food processing handbook*. Weinheim: WILEY-VCH, 2006. Disponível em: <<http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/pdms/FoodProcessingHandbook.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016. ISBN: 3-527-30719-2.

COOPMAC - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores de Noz Macadâmia. São Mateus: Cooperativa, 2011. Disponível em: <<http://www.coopmac.com/>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

D'OCA, M. G. M. *et al. Production of FAMES from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the Chlorella pyrenoidosa*. Biomass and Bioenergy, v. 35, n. 4, 1533-1538, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953410005052>>. Acesso em: 12 maio 2016.

FORNASARI, C. H. *Otimização da extração do óleo por solventes e secagem em espécies vegetais com potencial energético*. 2014. 24p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNOESTE, Cascável, 2014. Disponível em: <http://200.201.88.199/porta1pos/media/File/energia_agr

icultura/Dissertacao_Carlos_Henrique_Fornasari.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2016.

FRANÇA, B.H.C.; Dossiê técnico – macadâmia – cultivo e produtos derivados. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Dossiê Técnico. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjAy>>. Acesso em: 07 maio 2016.

GARBELINI, R.C.B.S. *Reguladores vegetais na emergência e desenvolvimento de plantas de macadâmia (Macadamia integrifolia Maiden & Betche)* 2009. 94f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu. Universidade Paulista Estadual Paulista, Botucatu, 2009. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102606/garbelini_rcbs_dr_botib.pdf?sequence=1>. Acesso em: 5 maio. 2016.

MARSAIOLI JUNIOR, A.; SILVA, F.A. *Perfil de textura de amêndoas de noz macadâmia (Macadamia integrifolia) secas com aplicação de energia de micro-ondas e ar quente*. Revista Ciências Exatas e Naturais, São Paulo, v. 8, n. 2, 189-199, jul./dez. 2006. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/180/235>>. Acesso em: 10 maio 2016. ISSN 2175-5620.

MPC - Macadamia Processing Co. Limited. *Quality and food safet*. Alphadale via Lismore: Indústria, 2010 Disponível em: <<https://mpcmacs.com.au/qualityandfoodsafety.html>>. Acesso em: 23 maio 2016.

NOBRE, A. C. O., MAGALHÃES, H. C. R., LIMA, J. R. *Características físico-químicas e aceitação sensorial do óleo de amêndoa de castanha de caju (Anacardium Occidentale): comparação com óleos comerciais*. Journal of Fruits and Vegetables, Rio de Janeiro, v. 1, n.1, 1-4, 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1027395/1/ART15038.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

PEREIRA, C. S. S. *Avaliação de diferentes tecnologias na extração do Óleo do Pinhão-manso (Jatropha curcas L)*. 2009. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp100127.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

PIMENTEL, L. D. *A cultura da macadâmia*. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 3, 414-716, 2007. Disponível em: <

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000300001>. Acesso em: 13 maio 2016.

PIZA, P. L. B. T., MORIYA, L. M. *Cultivo da Macadâmia no Brasil*. Revista Brasileira de Fruticultura, São Paulo, v. 36, n. 1, 39-45, mar. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n1/v36n1a06.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2016. ISSN 0100-2945.

SOBIERAJSKI, G., R. *et al. Noz Macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo*. Revista de Informações Econômicas, São Paulo, v.36, n.5, 25-36, maio 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/tec3-0506.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2016. ISSN 1678-832X.

SOXHLET F. *Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes*: von Dr. F. Soxhlet. Polytechnisches Journal, Berlin, v. 232, 461-465, 1879. Disponível em: <<http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj232/ar232136>>. Acesso em: 15 maio 2016.

STEPHENSON, R. *Macadamia: domestication and commercialisation*. Chronica Horticulturae, v. 45, n. 2, 11-15, 2005. Disponível em: <<http://flliphtml5.com/zydk/rbdd>>. Acesso em: 13 de maio 2016.