

ESTUDO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE MORINGA *OLEIFERA* LAM UTILIZANDO ULTRASSOM

M.O. SILVA¹, A. T.A. BAPTISTA², P.F. COLDEBELLA¹, M.F. VIEIRA¹, R. BERGAMASCO¹ e A.M.S. VIEIRA²

¹ Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos

² Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos
E-mail para contato: mariana_osilva@hotmail.com.br

RESUMO – Os produtos resultantes da árvore *Moringa oleifera* (Moringa) apresentam um vasto potencial tecnológico, pois abrangem positivamente vários aspectos, de diversas áreas da indústria química, alimentícia e farmacêutica. O óleo obtido da semente da Moringa tem sabor agradável e é comestível, possui uma composição em ácidos graxos semelhante ao azeite de oliva, se destacando pelos altos índices de ácido oleico. Na literatura temos diversos métodos de extração de óleos vegetais, entre eles um de grande destaque atualmente é a utilização do ultrassom o qual oferece uma rede de vantagem em termos de produtividade, rendimento e seletividade, tempo de processamento, além de ser um processo ambientalmente favorável. Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a extração do óleo de Moringa com o solvente hexano utilizando a tecnologia do ultrassom. Para avaliar o processo de extração foram realizados experimentos com tempos de extração de 30 a 90 minutos e volume de solvente variando de 20 a 100mL. Os resultados mostram que a melhor condição de extração está em 30 minutos e volume de 80 ml gerando um teor de óleo de 32,56%. As análises do óleo indicam uma proximidade com o azeite de oliva comercial, sendo necessário o refino do óleo. A utilização do ultrassom para a extração do óleo de Moringa pode ser interessante do ponto de vista ambiental e industrial.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Moringa*, único representante da família Moringaceae, é constituída por quatorze espécies, todas originária do nordeste indiano, amplamente distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Pasquidão, Singapura, Jamaica e Nigéria. Dentre as espécies descritas para o gênero, destaca-se a *Moringa oleifera* Lam., a mais difundida e estudada, conhecida popularmente por “moringa”, “quiabo-de-quina” ou “lírio”. No Brasil, a *Moringa oleifera* é conhecida no estado do Maranhão desde 1950 e vem se difundindo em todo semi-árido nordestino, devido a sua utilização no tratamento doméstico da água (Barreto *et al.*, 2009; Gallão *et al.*, 2006).

O óleo obtido da semente da Moringa tem sido utilizado no Haiti e em outros lugares na

culinária geral e como óleo de salada. O óleo da semente da Moringa oleifera tem sabor agradável, altamente comestíveis possui uma composição em ácidos graxos semelhante ao azeite de oliva, principalmente no teor de ácidos graxos monoinsaturados se destacando o teor de ácido oleico (Abdulkarim *et al.*, 2005).

O óleo da semente de Moringa tem de sabor agradável e altamente comestível e assemelha-se ao óleo de oliva na sua composição em ácidos graxos. Além disso, possui ácido behênico (22:0), ácido lignocérico (24:0) e traços dos ácidos láurico e n-pentadecanoico e ácido pentadecenoico. As características do óleo da semente podem ser altamente desejáveis especialmente com a tendência atual de substituir óleos vegetais poliinsaturados com aqueles contendo elevado teor de ácidos monoinsaturados (Abdulkarim *et al.*, 2005). Em recentes estudos foram verificados que o óleo extraído da semente Moringa *peregrina* utilizando o solvente hexano apresentou atividade antimicrobiana para os seguintes microorganismos *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans*, *C. tropicalis* e *C. glabrata* (Lalas *et al.*, 2012).

Um ponto importante citado por alguns autores é que, mesmo após a retirada do óleo da semente de Moringa, a torta resultante continua com suas propriedades coagulantes, ou seja, é possível obter o óleo e utilizar a torta para obtenção do coagulante natural utilizado no tratamento de águas (Bongiovani *et al.*, 2014).

A utilização do ultra-som nos processos é considerado um método denominado limpo, pois minimiza a utilização de solvente orgânico, juntamente com redução no tempo de extração. Processos que com tecnologia convencional são realizados em horas podem ser realizados em minutos com alta reprodutibilidade, reduzindo o consumo de solvente e energia (Metherel *et al.*, 2009; Chemat *et al.*, 2011).

Estudos relatam que em processo de extração do óleo presente na semente de Moringa por métodos convencionais de extração como pressão a frio é capaz de se obter um teor de 25,1%, extração com os solventes orgânicos como clorofórmio/ metanol e extração convencional com hexano, obtendo teores de óleo de 41% e 38,3 respectivamente (Lalas e Tsakins, 2002). Abdulkarim *et al.* em 2005 realizou ensaios utilizando uma extração enzimática utilizando a enzima Neutrase 0.8L da Novozyme numa concentração de 2% obtendo um teor de óleo de 22,6%. Estudos mais recentes têm relatado a extração do óleo utilizando tecnologia supercrítica empregando o CO₂ obtendo um teor de óleo de 37,84 (Nguyen *et al.*, 2011). No entanto, não há estudos na literatura que relatam a extração do óleo empregando o ultrassom, dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a extração do óleo da semente de Moringa utilizando o ultrassom e verificar a influência dos parâmetros tempo de extração e volume de solvente, no teor de óleo obtido e nas propriedades físico-químicas do mesmo, comparando o processo de extração utilizando prensa hidráulica.

2. Material e Métodos

As sementes de *Moringa oleifera* Lam foram obtidas da Universidade Estadual de Sergipe; foram separadas das cascas e selecionadas de modo a serem utilizadas apenas sementes sadias.

Para as extrações com ultrassom, foi utilizado uma quantidade de amostra de 5 gramas, um banho ultrassônico UltraCleaner 800 com uma frequência de 40 kHz e erlenmeyers de 250 mL, com boca esmerilhada. Manteve-se a água do banho do equipamento a uma temperatura de 25° C, conforme Menezes *et al.* (2013).

Para avaliar as eficiências do processo de extração do óleo de sementes de *Moringa oleifera* Lam um delineamento fatorial 3x5 (3 tempos de extração: 30, 60 e 90 minutos; 5 volumes de solvente: 20, 40, 60, 80 e 100 ml) foi proposto. Para isso, foram realizados a análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias, teste Tukey, com 95% de confiança, sendo significativo um p-valor < 0,05, para verificar as diferenças significativas, através do programa estatístico STATISTICA, versão 8.0.

Para a extração mecânica do óleo foi utilizada uma prensa hidráulica 30T Bovenau, com pressão máxima de 66,57 MPa, sendo utilizada a pressão de 26,63MPa e aproximadamente 75 g de semente de Moringa. A prensagem da amostra ocorreu por um período de 2 horas, tempo em que não foi observado variação no teor de óleo extraído (Silva *et al.* 2013).

O cálculo do teor de óleo extraído foi realizado pela Equação 1. Em que: $m_{\text{óleo}}$ é a massa de óleo extraída, em gramas, e m_{semente} é a massa de semente de Moringa, em gramas, utilizada em cada extração.

$$\% \text{ Teor de óleo} = \frac{m_{\text{óleo}}}{m_{\text{semente}}} 100 \quad (1)$$

As amostras de óleo, após processos de extração, foram armazenadas em recipientes de vidro âmbar a temperatura de aproximadamente -18°C para evitar posteriores alterações oxidativas. As amostras foram descongeladas apenas no momento das análises.

Para a avaliação da qualidade do óleo foram realizadas as análises de índice de acidez, índice de saponificação segundo a AOAC, sendo as amostras analisadas o óleo de Moringa extraído por ultrassom na melhor condição (80 mL de solvente e tempo de extração de 30 minutos) e prensa, além de um azeite de oliva extra virgem obtido no comércio local.

Todas as análises das amostras foram realizadas em triplicata. Os resultados foram analisados no *software* Statistica 8.0[®] aplicando a ANOVA e utilizando o teste T de Tukey com 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do planejamento experimental foram obtidas as variáveis significativas na extração de óleo de semente de Moringa. A Tabela 1 apresenta a análise de variância para os fatores e para a interação.

Por meio da análise de variância, verificou-se que para um p-valor menor do que 5%, o volume de solvente e o tempo de extração foram significativos no processo.

Tabela 1: Análise de variância para os fatores e para a interação dos fatores para a extração do óleo de Moringa

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados (SS)	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados Médios	F	P
Intercepção	34632,02	1	34632,02	26710,78	0,000000
Volume de Solvente (V)	1211,39	4	302,85	233,58	0,000000
Tempo de Extração (T)	107,62	2	53,81	41,50	0,000000
T*V	101,69	8	12,71	9,80	0,000001
Erro	38,90	30	1,30		

A Figura 1 apresenta a cinética de extração para o óleo de Moringa com os respectivos desvios, onde é possível observar o comportamento do processo de extração por ultrassom, confirmando que o processo é uma função dos dois parâmetros estudados.

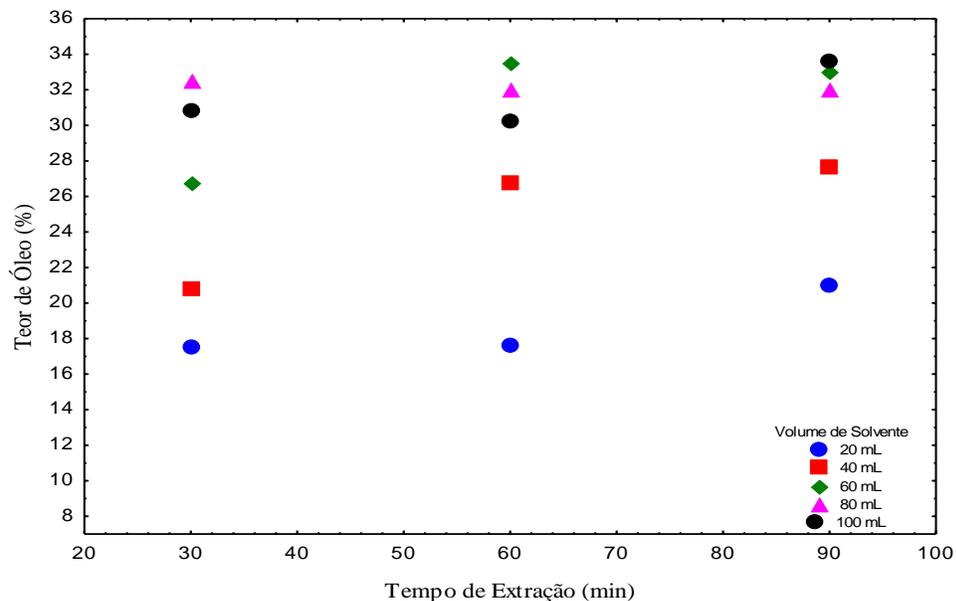


Figura 1: Cinética de Extração do Óleo de Moringa utilizando ultrassom

A cinética da extração mostra que o equilíbrio do processo de extração está em torno de 33 % e que o aumento de um dos fatores ocasiona em aumento do teor de óleo até ser atingindo o equilíbrio, onde a escolha da melhor condição é determinada por uma escolha de qual é mais significativo em relação aos custos associados.

A Tabela 2 mostra os respectivos valores de teor de óleo para cada combinação de parâmetros estudados, assim como os valores do Teste T de Tukey. Para os volumes de solvente de 80 e 100 mL foi observado que as amostras não diferiram estatisticamente ($p < 0,005$).

Estudos relatam que para as extrações com o solvente hexano utilizando o aparelho soxhlet os teores de óleo obtido estão entre 40 e 30,8% utilizando um processo similar de extração com o mesmo solvente (Nzikou *et al.* 2002; Abdulkarim *et al.* (2005). No entanto, o processo convencional de extração com o aparelho Soxhlet são utilizados maiores proporções de solvente e um tempo de extração total de oito horas. Resultados semelhantes foram obtidos para a semente de uva e linhaça (Da Porto *et al.* 2013; Zhang *et al.*, 2008).

Tabela 2 – Teor de óleo da semente de Moringa por extração utilizando ultrassom.

Corrida	Volume de Solvente (mL)	Tempo de Extração (min)	Teor de Óleo (g _{óleo} /g _{semente})
1	20	30	17,5 ^a ±1,06
2	20	60	17,65 ^{a,b} ±1,58
3	20	90	20,96 ^b ±0,87
4	40	30	20,84 ^{a,b} ±0,02
5	40	60	26,8 ^c ±0,58
6	40	90	27,66 ^{c,d} ±0,01
7	60	30	26,79 ^c ±1,46
8	60	60	33,48 ^e ±1,41
9	60	90	33,06 ^e ±0,37
10	80	30	32,56 ^e ±0,10
11	80	60	31,99 ^e ±1,54
12	80	90	32,05 ^e ±0,83
13	100	30	30,87 ^{d,e} ±1,26
14	100	60	30,29 ^{d,e} ±0,64
15	100	90	33,60 ^e ±0,56

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$). M±SD = media ± desvio padrão de triplicatas

A melhor condição de extração foi determinada como sendo um tempo de extração de 30 minutos e volume de solvente 80 mL, com base no menor tempo de extração, o que ocasiona em economia de tempo e energia para a indústria e na recuperação do solvente ao final do processo.

A Tabela 3 apresenta as características químicas dos óleos de Moringa obtido por processo de ultrassom na melhor condição obtida, tempo de extração (30 minutos) e volume de solvente (80 mL), processo mecânico (prensa) e do azeite de oliva, onde observasse que as amostras diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) para todos os quesitos avaliados.

Tabela 3: Características química do óleo de semente de *Moringa*

Amostra	Óleo de Moringa Ultrassom	Óleo de Moringa Prensa	Azeite de Oliva
Teor de Óleo*	32,56 ^a ±0,10	26,78 ^b ±1,23	Nd
Tempo de Extração (min)	30	120	Nd
Índice de Acidez (ácido oleico)	0,54 ^a ±0,30	0,44 ^b ±0,01	0,31 ^c ±0,09
Índice de Saponificação(mg _{KOH})	217,22 ^b ±1,73	164,87 ^b ±1,25	188,41 ^c ±0,98

* Teor de óleo = $\frac{g_{\text{óleo}}}{g_{\text{semente}}} \times 100$. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$). M±SD = média ± desvio padrão de triplicatas

O teor de óleo obtido para a extração com a metodologia do ultrassom apresentou valores superiores (32,56%) em relação ao obtido por prensa hidráulica (26,78%), além disso a extração mostrou uma grande economia no tempo gasto para o processo de extração. Desta maneira o processo por ultrassom se mostra mais vantajoso que o processo mecânico.

A extração por ultrassom apresentou os valores mais elevados de índice de acidez e saponificação. No entanto, os valores de índice de acidez (0,54) ainda está dentro dos valores estabelecidos pelo MAPA ($\leq 0,8$ ácido oleico) para o azeite de oliva extra virgem, além disso, o valor está próximo ao obtidos em outros trabalhos.

O índice de saponificação pode ser definido como uma análise empírica que mede o peso molecular dos ácidos graxos, observa-se na Tabela 3 que os valores do índice de saponificação para o processo de ultrassom estão acima dos do esperado, sendo necessário o estudo de processos brandos de refino visando se aproximar do padrão de qualidade do azeite de oliva extra virgem que condiz com o MAPA (186 a 196), o inverso ocorre com processo mecânico. Este fator pode estar associado ao processo de cavitação que ocorre no ultrassom.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram um maior teor de óleo para a extração por ultrassom (32,56%) em comparação como processo mecânico (26,78%), desta maneira a tecnologia de ultrassom aplicada a extração de óleo de Moringa tem potencial frente a outros processos pela reprodutibilidade, rapidez do processo e redução da quantidade de solvente, sendo, portanto um processo ambientalmente mais favorável.

As características químicas do óleo proveniente da semente de Moringa torna o método viável para a produção de azeite de alta qualidade, com características químicas semelhantes ao azeite de oliva, sendo necessário o estudo de processos de refino do óleo bruto.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro recebido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação Araucária.

6. REFERÊNCIAS

ABDULKARIM, S. M.; LONG, K.; LAI, O. M.; MUHAMMAD, S. K. S.; GHAZALI, H. M. Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods, *Food Chemistry*, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16thEd. Washington, D.C., 1998.

BARRETO M.B.; FREITAS J.V.B.; SILVEIRA E.R.; BEZERRA A.M, NUNES E.P.;GRAMOSA N.V. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol.19 dezembro de 2009.

BONGIOVANI, M. C. ; Camacho, F. ; Nishi, L. ; COLDEBELLA, P. F. ; VALVERDE, K. C.; Vieira, A.M.S. ; Bergamasco, Rosangela . Improvement of the coagulation/flocculation process using a combination of Lam with anionic polymer in water treatment. *Environmental Technology*, p. 1-10, 2014.

CHEMAT, F.; HUMA, Z.; KHAN, M.K.; Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction, *Ultrasonics Sonochemistry* vol.18, pp.813–835, 2011.

DA PORTO, C.; PORRETTO, E. DECORTI, D.; Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds, *Ultrasonics Sonochemistry* 20 (2013) 1076–1080

GALLÃO M.I.; DAMASCENO L.F.; BRITO E.S.; Avaliação química estrutural da semente de moringa, *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.1 p.106-109, 2006.

LALAS, S.; GORTZI, O.; ATHANASIADIS, V.; TSAKNIS, J.; CHINO, I. Determination of antimicrobial activity and resistance to oxidation of moringa peregrina seed oil. *Molecules*, 17, 2330–2334, 2012.

MENEZES, M.L.; DANILUSSI, M.S.; BARROS, S.T.D.; PEREIRA, N.C.; Extração do óleo de semente de uva por ultrassom (extração utilizando o ultrassom), *XXXVI Congresso de Sistemas Particulados*, 2013.

METHEREL, A.H.; TAHA, A.Y.; B,C, IZADI, H.; A, STARK, K.S.; The application of ultrasound energy to increase lipid extraction through put of solid matrix samples (flaxseed), Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids vol.81 pp.417–423, 2009.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução Normativa nº1 de 30 de Janeiro de 2012

NZIKOU, J.M.; MATOS, L.; MOUSSOUNGA, J.E.; NDANGUI, C.B.; KIMBONGUILA, A.;

SILOU, T.; LINDER, M.; DESOBRY, S.; Characterization of Moringa oleifera Seed oil Variety Congo-Brazzaville, *J Food Technol*, vol. 7 pp 59-65 (2009).

NGUYEN, H.N.; GASPILLO, P-A. D.; MARIDABLE, J. B.; MALALUAN, R. M.; HINODE, H.; SALIM, C.; HUYNH, H.K.P. Extraction of oil from Moringa oleifera kernels using supercritical carbon dioxide with ethanol for pretreatment: Optimization of the extraction process. *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 2011, 50, 1207–1213.

SILVA, M.O.; FAVERO, C.F.; LAZARI, J.P; VIEIRA, M.F.; BONAFE, E.; VISENTAINER, J.V.; PEREIRA, N.C.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A.M.S; Some Chemical Characterization Oil of Seed Moringa Oleifera Obtained by Solvent and Mechanical Extraction, 11th Euro Fed Lipid Congress, 2013, Antalaya.

ZHANG, Z.; WANG L., LI, D., JIAO, S.; CHEN X. D.; MAO, Z., Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed, *Separation and Purification Technology* 62 (2008) 192–198.