



XXII CONGRESSO  
BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
23 a 26 de Setembro de 2018  
Hotel Maksoud Plaza  
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO  
SOBRE O ENSINO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
27 a 28 de Setembro de 2018  
USP  
São Paulo – SP

# UTILIZAÇÃO DO ACETATO DE ETILA PARA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA DE MACAÚBA UTILIZANDO PROCESSO ASSISTIDO POR ULTRASSOM

DA ROSA ACS<sup>2</sup>, GARCIA VAS<sup>1</sup> e DA SILVA C<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Tecnologia.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química

E-mail para contato: anaclaudia.sdarosa@gmail.com

**RESUMO** – *O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das variáveis operacionais tempo (15, 30 e 45 minutos), temperatura (30, 45 e 60 °C), e razão amostra:solvente (1:4, 1:8 e 1:12 g mL<sup>-1</sup>) no rendimento do óleo da amêndoa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) na extração assistida por ultrassom e comparar com o rendimento obtido por Soxhlet e Agitador orbital. Observou-se que todas as variáveis avaliadas apresentaram efeito positivo na extração de óleo, sendo o tempo de 45 minutos, temperatura de 60 °C, e razão amostra:solvente 1:12 g mL<sup>-1</sup> foram identificados como condições ideais de extração do óleo da amêndoa de macaúba, que resultou num rendimento de 40,61%, superior ao obtido na extração sem ultrassom (35,97±0,03%).*

## 1. INTRODUÇÃO

A amêndoa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) apresenta rendimento de óleo de 46,96 à 68,9% (Lescano *et al.*, 2015), sendo o perfil de ácidos graxos composto predominantemente por ácido láurico, oléico e palmítico (Amaral *et al.*, 2011). Um método que pode ser aplicado e ainda não foi explorado para obtenção do óleo da amêndoa de macaúba, é a extração assistida por ultrassom (EAU) na qual apresenta vantagens como aumento da transferência de massa, melhor penetração do solvente no soluto, maior rendimento, seletividade e melhoria da qualidade dos componentes presentes no óleo (Chemat *et al.*, 2011).

Diversos tipos de solvente são utilizados para extração de óleo, no entanto, admitindo que o óleo da amêndoa de macaúba possa ser destinado para alimentação humana, o uso de solvente de grau alimentício é interessante, e de acordo com Tiwari (2015) o acetato de etila é considerado um solvente GRAS (geralmente reconhecido como seguro) e possui propriedades semelhantes aos de *n*-hexano, como pesos moleculares, pontos de ebulição, entalpia de vaporização e tensão superficial para substituí-lo (Lohani *et al.*, 2015).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de óleo da amêndoa de macaúba por Soxhlet, ultrassom e agitador orbital, verificando o efeito das variáveis tempo, temperatura e razão amostra:solvente, bem como verificar a melhor condição de extração.



XXII CONGRESSO  
BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
23 a 26 de Setembro de 2018  
Hotel Maksoud Plaza  
São Paulo - SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO  
SOBRE O ENSINO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
27 a 28 de Setembro de 2018  
USP  
São Paulo - SP

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de *Acrocomia aculeata*, coletados na região de Mirador. Acetato de etila e *n*-hexano foram utilizados como solventes. A amêndoa foi seca a 60 °C por 6 horas, obtendo 2,91±0,12% de umidade. Após a secagem, as amêndoas foram trituradas e separadas granulometricamente, obtendo amostras com 20 mesh (0,72 mm).

A extração do óleo da amêndoa de macaúba por Soxhlet foi realizada de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando *n*-hexano. A extração por ultrassom foi realizada em banho ultrassônico, com frequência de 40 kHz e potência 176 W, onde 3 g de amostra foram colocadas em Erlenmeyer (250 ml), juntamente com o solvente. Após o período de extração, as amostras foram filtradas e o solvente remanescente removido.

Para determinar a influência das variáveis operacionais no rendimento de óleo utilizou-se o planejamento experimental de Box Behnken analisado no Software Statistica. Foram avaliados três níveis das variáveis, tempo (15, 30 e 45 min), temperatura (30, 45 e 60 °C) e razão amostra:solvente (4, 8 e 12 g mL<sup>-1</sup>).

Na extração do óleo realizada por agitação orbital, 3 g de amostra foi adicionada juntamente com o solvente em Erlenmeyer com tampas de vidro (250 mL) a 40 rpm. Esta extração foi realizada para comparação com as condições ideais do EAU.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração realizada por Soxhlet apresentou rendimento de 51,17±1,21%, já na EAU um planejamento experimental de Box Behnken foi aplicado para determinar as condições ideais bem como o rendimento em óleo, no qual o maior foi de 39,24%. Os efeitos das variáveis operacionais (tempo, temperatura e razão amostra:solvente) analisados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Coeficientes e p-valor do modelo para a extração de óleo da amêndoa de macaúba por EAU.

| Variáveis                       | Efeito <sup>a</sup> | p-valor <sup>b</sup> | Coeficiente <sup>c</sup> | Erro padrão <sup>d</sup> |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Média/interação                 | 33,15               | 0,000000             | 33,14                    | 0,10                     |
| X <sub>1</sub> (L)              | 4,43                | 0,000056             | 2,21                     | 0,24                     |
| X <sub>1</sub> (Q)              | -1,40               | 0,001165             | -0,70                    | 0,17                     |
| X <sub>2</sub> (L)              | 4,64                | 0,000047             | 2,32                     | 0,24                     |
| X <sub>2</sub> (Q)              | 0,38                | 0,085813             | 0,19                     | 0,17                     |
| X <sub>3</sub> (L)              | 3,49                | 0,000145             | 1,74                     | 0,24                     |
| X <sub>3</sub> (Q)              | -0,22               | 0,251082             | -0,11                    | 0,17                     |
| X <sub>1</sub> x X <sub>2</sub> | 0,48                | 0,240770             | 0,24                     | 0,34                     |
| X <sub>1</sub> x X <sub>3</sub> | 1,36                | 0,017510             | 0,68                     | 0,34                     |
| X <sub>2</sub> x X <sub>3</sub> | -0,70               | 0,114514             | -0,35                    | 0,34                     |



XXII CONGRESSO  
BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
23 a 26 de Setembro de 2018  
Hotel Maksoud Plaza  
São Paulo - SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO  
SOBRE O ENSINO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
27 a 28 de Setembro de 2018  
USP  
São Paulo - SP

<sup>a</sup> efeito da variável independente sobre a variável dependente ; <sup>b</sup> significância estatística  $p < 0,05$  ; <sup>c</sup> coeficientes de modelo polinomial de segunda ordem (Equação 2) ; <sup>d</sup> erro associado com o coeficiente estimado;  $X_1$  temperatura;  $X_2$  Razão amostra:solvente;  $X_3$  tempo.

A razão amostra:solvente apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no rendimento de óleo, apresentando melhora no rendimento, seguida da temperatura e tempo. Xu *et al.* (2016) relataram que quanto maior o tempo de contato entre o soluto e o solvente, maior é a extração de óleo, pois ocorre o rompimento da parede celular da matéria-prima facilitando o acesso ao conteúdo da matriz vegetativa.

A utilização de temperaturas de 30 a 60 °C acarretou em maior rendimento em óleo, fato que deve ser considerado devido à elevada solubilidade e difusividade que acarreta na melhora da transferência de massa entre o soluto e o solvente (Bhutada *et al.*, 2016). Samaram *et al.* (2015) relataram que a aplicação de altas temperaturas promovem o amolecimento dos tecidos da matriz sólida promovendo a eluição do solvente no interior da matriz, consequentemente facilitando a extração de óleo.

Em relação à interação entre razão amostra:solvente e tempo ( $p > 0,05$ ), isto se deve ao fato que utilizando maior volume de solvente, ocorre aumento da força de condução na solução mais diluída, juntamente com o tempo de contato máximo no qual auxilia na perturbação das ondas ultrassônicas na parede celular. Analisando a interação entre a temperatura e o tempo ( $p < 0,05$ ), constata-se que a utilização de elevadas temperaturas apresentou alteração nas propriedades do solvente aumentando a solubilidade em óleo e auxiliando na extração com maior tempo de penetração do solvente na matriz intracelular.

Os valores dos parâmetros da Tabela 1 foram reestimados (considerando apenas parâmetros significativos) e verificou-se que o rendimento em óleo e as variáveis experimentais estão correlacionadas de acordo com a Equação 1 ( $p < 0,05$ ):

$$\text{Rendimento}(\%) = 33,2 + 2,2X_1 + 2,3X_2 + 1,8X_3 - 0,7X_1^2 + 0,7X_1X_3 \quad (1)$$

A validade da equação preditiva foi verificada através de F- teste baseado na análise de dados de variância (ANOVA). O teste de F para a regressão mostrou que a equação era capaz de representar os dados experimentais, para a gama de fatores investigados, porque  $F_{\text{CALC}} (33,85) > F_{\text{TAB}} (3,74)$ .

A partir da equação preditiva é possível determinar o rendimento máximo que pode ser obtido na faixa experimental testada para as variáveis, o qual foi de 39,24% obtido em de 45 min, 45 °C e razão amostra:solvente de 1:12 (g mL<sup>-1</sup>). Para confirmar a capacidade preditiva da Equação 1, experimentos foram realizados nas condições otimizadas com obtenção de 40,61% em óleo. O rendimento obtido no experimento utilizando o método de agitação orbital foi de 35,97±0,03%, ou seja, valor inferior comparado ao realizado empregando o ultrassom. No qual o ultrassom foi eficaz para extração do óleo da amêndoa de macaúba obtendo aumento de ~16,5% em rendimento comparado ao realizado sem o uso de ultrassom.

## 4. CONCLUSÃO



XXII CONGRESSO  
BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
23 a 26 de Setembro de 2018  
Hotel Maksoud Plaza  
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO  
SOBRE O ENSINO DE  
ENGENHARIA QUÍMICA  
27 a 28 de Setembro de 2018  
USP  
São Paulo – SP

A extração do óleo da amêndoa de macaúba estudada diante dos efeitos como tempo, temperatura, e razão amostra:solvente foi realizada em Ultrassom para otimizar o rendimento em óleo. A equação preditiva foi validada para as condições ótimas de 45 minutos, temperatura de 60 °C e razão amostra:solvente 12 g mL<sup>-1</sup> obtendo o rendimento de 40,61%. Para comparação, a metodologia de Soxhlet e em agitador orbital foram de 51,17% e 35,97%, respectivamente.

## 5. REFERÊNCIAS

- AMARAL, F. P. D., BROETTO, F., BATISTELLA, C. B., JORGE, S. M. A., Extração e caracterização qualitativa do óleo da polpa e amêndoas de frutos de macaúba [*Acrocomia aculeata (jacq) lodd. ex mart*] coletada na região de botucatu, SP. *Rev. Energ. Agr.*, v. 1, p. 12-20, 2011.
- BHUTADA, P. R., JADHAV, A. J., PINJARI, D. V., NEMADE, P. R., JAIN, R. D., Solvent assisted extraction of oil from *Moringa oleifera* Lam. Seeds. *Ind. Crops and Prod.*, v. 82, p. 74-80, 2016.
- CHEMAT, F., HUMA, Z. e KHAN, M.K., Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultr. Sonochem.*, v. 18, p. 813-835, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Editora MS., 2008. KAMAZANI, N. A., TAVAKOLIPOUR, H., HASANI, M., AMIRI, M., Evaluation and Analysis of the Ultrasound-Assisted Extracted Tomato Seed Oil. *J. of Food Bio. and Tech.*, v. 4, p. 57-66, 2014.
- LESCANO, C. H., OLIVEIRA, I. P., SILVA, L. R., BALDIVIA, D. S., SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J., ARRUDA, E. J., MORAES, I. C. F., LIMA, F. F., Nutrients contente, characterization and oil extraction from *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Fruits. *Acad. Journ.*, v. 3, p. 113-119, 2015.
- LOHANI, U. C., FALLAHI, P., MUTHUKUMARAPPAN, K., Comparison of Ethyl Acetate with Hexane for Oil Extraction from Various Oilseeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v. 92, p. 743-754, 2015.
- SAMARAM, S., MIRHOSSEINI, H., TAN, C. P., GHASALI, H. M., BORDBAR, S., SERJOUIE, A., Optimisation of ultrasound-assisted extraction of oil from papaya seed by response surface methodology: Oil recovery, radical scavenging antioxidant activity, and oxidation stability. *Food. Chem.* v. 172, p. 7-17, 2015.
- TIWARI, B. K. Ultrasound: A clean, green extraction technology. *Trends in Anal. Chem.*, v. 71, p. 100-109, 2015.
- XU, G., LIAN, C., HUANG, P., LIU, Q., XU, Y., DING, C., LI, T. Optimization of rice lipid production from ultrasound-assisted extraction by response surface methodology. *J. of Cer.Sci.*, v. 70, p. 23-28, 2016.