

## Extração de óleo de café verde utilizando banho ultrassônico

### Green coffee oil extraction using ultrasonic bath

#### RESUMO

**Vithoria Gauglitz Tanaka**  
[vithoriatanaka@alunos.utfpr.edu.br](mailto:vithoriatanaka@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Erica Roberta da Rocha Lovo Watanabe**  
[ericawatanabe@utfpr.edu.br](mailto:ericawatanabe@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Priscilla dos Santos Gaschi Leite**  
[priscillaleite@utfpr.edu.br](mailto:priscillaleite@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Isabela Andrade Longo**  
[isabelalongo@alunos.utfpr.edu.br](mailto:isabelalongo@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Rhamonn Pavelik de Assis**  
[rhamonnpavelik@yahoo.com.br](mailto:rhamonnpavelik@yahoo.com.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Aline Coqueiro**  
[alinedqi@gmail.com](mailto:alinedqi@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



O óleo de café vem ganhando espaço nas indústrias cosméticas e farmacêuticas por conta de seus componentes benéficos ao organismo, sendo a extração sólido-líquido, uma das principais formas de obtê-lo. Os métodos mais usuais, utilizam altas temperaturas, que podem degradar os componentes presentes no óleo, diminuindo a qualidade do extrato. Atualmente o solvente mais utilizado é o hexano, por ser um composto apolar como o óleo, porém é derivado do petróleo, tóxico e cancerígeno. Por conta dessas desvantagens estudam-se possíveis solventes para sua substituição total ou parcial, como por exemplo o etanol, solvente atóxico e oriundo de fonte renovável. Este trabalho teve como objetivo o estudo da extração do óleo de café verde em temperatura ambiente, utilizando banho ultrassônico e etanol como co-solvente, além de avaliar a influência do tempo de extração e do diâmetro de partícula, a fim de se obter condições ótimas de extração. Para isso, construiu-se curvas cinéticas de extração utilizando hexano e etanol puros e a mistura dos solventes, resultando no tempo ótimo de extração de 2 horas. Para determinar a influência do diâmetro de partícula, realizou-se a extração do óleo com amostras de diferentes granulometrias e proporções hexano:etanol, encontrando resultados de acordo com a literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óleo. *Coffea arabica*. Cinética de extração.

#### ABSTRACT

Coffee oil has been gaining ground in the cosmetic and pharmaceutical industries because of its beneficial components to the organism, being the solid-liquid extraction one of the main ways of obtaining it. The most usual methods use high temperatures, which can degrade the components present in the oil, reducing the quality of the extract. Currently the most used solvent is hexane, as it is a nonpolar compound just like oil, but it is derived from petroleum, toxic and carcinogenic. Because of these disadvantages, possible solvents are studied for their total or partial replacement, such as ethanol, a non-toxic solvent from a renewable source. The objective of this work was to study the extraction of green coffee oil at room temperature, using ultrasonic bath and ethanol as a co-solvent, in addition to evaluating the influence of extraction time and particle diameter, in order to obtain optimal conditions extraction. For that, kinetic extraction curves were constructed using pure hexane and ethanol and the mixture of this solvents, resulting in the optimal extraction time of 2 hours. To determine the influence of the particle diameter, the oil was extracted with samples of different particle sizes and hexane:ethanol proportions, finding results according to the literature.

**KEYWORDS:** Oil. *Coffea arabica*. Extraction kinetics.



## INTRODUÇÃO

Por volta de 1600, o café, originário da Etiópia, foi levado para Europa, onde difundiu-se rapidamente para o resto do mundo, e até hoje é muito conhecido e apreciado. Chegou ao Brasil no século XVIII e se espalhou por toda costa brasileira, tornando o país o maior produtor e exportador do grão. Atualmente, o Brasil representa mais de 30% da exportação mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ; SANDI, 2003).

A planta do café pertence à família Rubiaceas do gênero *Coffea*, possuindo duas espécies mais cultivadas, a *Coffea arábica* Linn (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta), sendo o arábica considerado o mais valioso, por apresentar maior acidez, menor teor de cafeína e conseqüentemente um sabor menos amargo, apresentando assim, melhor qualidade sensorial (ORTIZ, 2015).

Além de ser popular como bebida, o café vem ganhando notoriedade em outras aplicações por conta de sua composição química, contendo principalmente cafeína, ácidos clorogênicos, cera e lipídios (óleo). A cafeína e os ácidos clorogênicos são os mais importantes por suas ações no organismo humano, o primeiro possui ação diurética e é estimulante ao sistema nervoso central e cardiovascular, e o segundo apresenta atividade antioxidante (TSUKUI, OIGMAN e REZENDE, 2014).

O óleo de café vem ganhando espaço nos setores de cosméticos e farmacêutico, além de outras aplicações no setor alimentício. Na indústria cosmética e farmacêutica é utilizado o óleo extraído de café verde, por conta de suas propriedades emolientes, além de estimular a síntese de colágeno e potencializar o filtro solar pela capacidade de bloquear a luz prejudicial a pele. Quando extraído do café torrado, o óleo é explorado pelas indústrias de alimentos como fonte de sabor e aroma (NOSARI, 2015; OLIVEIRA, 2013; WAGEMAKER, 2009).

A fração lipídica do óleo de café verde é semelhante à dos óleos vegetais em geral, contendo majoritariamente triacilglicerídeos, além de fosfolipídeos, esteróis, tocoferóis e componentes da cera. Diferente dos óleos vegetais, o óleo de café apresenta quantidade significativa de material insaponificável, os álcoois diterpênicos cafestol e caveol (TSUKUI, OIGMAN e REZENDE, 2014).

Quanto ao teor de óleo presente nos grãos, este varia em relação à espécie, podendo chegar a 17% no café arábica e 10% no café robusta, considerando o grão verde. Para o café torrado, o teor aumenta devido a diminuição da umidade, porém a quantidade permanece a mesma. Já os teores de extração por solvente chegam apenas a 10% (SANDI, 2003).

Um dos métodos para se obter o óleo é a extração sólido-líquido, um processo físico-químico que utiliza o solvente como extrator. O solvente deve ser escolhido levando em conta a afinidade com a fração lipídica, ou seja, os apolares, sendo o hexano o mais utilizado (BATISTA, 2016).

Além da grande afinidade, o hexano possui como vantagem o baixo ponto de ebulição, ou seja, rápida evaporação. Apesar das vantagens, ele é um composto derivado do petróleo, fonte não renovável, apresenta alta toxicidade e poder cancerígeno. Sendo assim, buscam-se solventes alternativos para substituir

completo ou parcialmente o hexano, visando a saúde humana e do meio ambiente (BATISTA, 2016).

Uma alternativa é o etanol, produzido em larga escala no Brasil e oriundo de fonte renovável. Em contrapartida, não possui grande afinidade com a fração lipídica, pois possui polaridade maior que o hexano, dificultando a miscibilidade entre óleo/etanol. Além disso, por conta da polaridade, esse solvente extrai, além do óleo, componentes polares presentes no café (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

Para se trabalhar nas condições ótimas de extração, outras variáveis, além do solvente, devem ser estudadas, são elas: temperatura, tempo, tamanho da partícula e agitação do fluido. Em relação à temperatura, quanto maior, mais rápido é o processo de extração, porém deve-se levar em conta a aplicação do produto, pois maiores temperaturas acarretam degradação da matéria (COELHO FILHO, 2015; ZACHI, 2007).

O tamanho da partícula deve ser considerado visando uma área superficial grande o suficiente para promover o maior contato entre o sólido e o líquido, em geral, para maior área superficial, menor deve ser o diâmetro da partícula. Contudo, se a partícula for muito fina, impede a circulação do solvente, dificultando a extração (COELHO FILHO, 2015; ZACHI, 2007).

O tempo ótimo é determinado através da cinética de extração, descrita por curvas globais de extração obtidas pela massa total de extrato em função do tempo de extração. A curva característica apresenta três fases: período de taxa constante de extração (CER), onde o soluto está na superfície do sólido, sendo de fácil acesso, caracterizando uma alta taxa de extração; período de taxa de extração decrescente (FER), onde o soluto da superfície começa a se esgotar, com isso a taxa de extração cai rapidamente; período de taxa de extração controlada pela difusão (DC), onde ocorre a difusão externa do soluto entre os poros da partícula. Na última fase a extração ocorre de maneira dificultada, possuindo um gasto energético alto comparado ao rendimento da extração (ALBUQUERQUE, 2008; SILVA, 2015).

Um dos métodos de extração por solvente, é o banho ultrassônico, que apresenta resultados promissores, por ser um equipamento simples, de menor custo e menor tempo de extração, além de não necessitar de temperaturas elevadas (BRUNI, 2014).

Considerando o que foi exposto, este trabalho tem como objetivo estudar o processo de extração de óleo de café verde do tipo arábica em suas condições ótimas, e analisar a viabilidade de utilizar o etanol como co-solvente na extração em banho ultrassônico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As sementes de café verde do tipo arábica foram fornecidas, previamente secas em secador durante 24 horas, pelo Sítio Santo Antônio localizado no interior do Estado de São Paulo.

A fim de se obter diferentes diâmetros de partícula, os grãos foram triturados em moinho de facas da marca Marconi, modelo MA340. Em seguida, foram peneirados em Agitador de Peneiras para Análises Granulométricas

Eletromagnético, por 15 minutos, para separar as amostras de diferentes granulometrias (SANDI, 2003; SILVA, 2015).

A primeira etapa consistiu em identificar o tempo ótimo de extração do óleo de café verde utilizando o banho ultrassônico, para isso foram construídas as curvas cinéticas de extração utilizando hexano comercial 95,0 % e etanol anidro 99,9%, ambos da marca PanReacAppliChemna, para três proporções hexano:etanol, sendo elas 1:0, 1:1 e 0:1.

Inicialmente pesou-se aproximadamente 10 g de amostra com diâmetro médio de partícula de 1,1 mm, em erlenmeyers de 250 ml e em seguida adicionou-se 50 ml dos solventes. Os erlenmeyers foram vedados com parafina da marca PARAFILM e colocados em banho ultrassônico a temperatura ambiente e frequência de 25kHz (BRUNI, 2014).

Para a curva do hexano, a primeira amostra foi retirada em 5 min e para as curvas do etanol e mistura hexano/etanol, a primeira amostra foi retirada em 15 min. Para quantificar o teor de óleo, a amostra foi filtrada, utilizando papel filtro, em balão de fundo redondo previamente pesado. Em seguida passaram pelo processo de evaporação em evaporador rotativo, modelo TE-211 da marca TECNAL. As amostras que possuíam etanol como solvente ou co-solvente, passaram por uma solubilização com 30 ml de hexano, visando a obtenção do óleo bruto, sem os componentes extras que o etanol é capaz de extrair. Após a solubilização, o sobrenadante foi transferido para tubos falcon com auxílio de pipeta e centrifugados por 10 minutos em Centrífuga Excelsa Baby II, modelo 206-R da marca FANEN. Posteriormente, as amostras passaram por uma segunda rotaevaporação, até evaporação total do hexano. Em seguida, os extratos obtidos a partir de cada proporção solvente/co-solvente foram pesados para determinação do teor de óleo, conforme a equação (1).

$$\text{Teor de óleo (\%)} = \frac{\text{massa de óleo após extração}}{\text{massa da amostra de café}} \times 100 \quad (1)$$

Os demais pontos foram realizados seguindo o mesmo procedimento, variando apenas o tempo de extração em banho ultrassônico. O primeiro ponto para curva do hexano foi em 5 min e o segundo em 15 min. Para as três curvas, de 15 a 60 minutos seguiu em intervalos de 15 minutos. De 60 a 120 minutos, intervalos de 30 minutos, após seguiu de hora em hora até atingir a saturação.

Para identificar a influência da granulometria na extração e verificar a eficiência do etanol como co-solvente, foram feitas extrações utilizando amostras com três diferentes diâmetros médios de partículas entre 0,6 e 1,3 mm e nas proporções hexano:etanol de 0,75:0,25, 1:1 e 0,25:0,75.

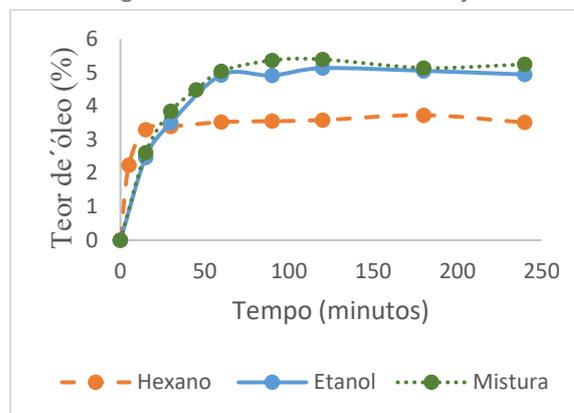
A metodologia de extração seguiu o mesmo procedimento da curva cinética, porém considerando apenas o tempo ótimo de extração obtido através dela, as diferentes proporções de hexano:etanol e de diâmetros de partícula.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa o gráfico das curvas cinéticas de extração utilizando amostra de 1 mm de diâmetro médio de partícula, e como solventes, o hexano e o etanol puros e a mistura. Como pode-se observar, as curvas possuem a mesma

característica das curvas globais de extração, com as três fases características, CER, FER e DC, conforme exposto por Albuquerque (2008).

Figura 1 - Curva cinética de extração



Fonte: Autoria própria (2020)

Em análise da Figura 1, observa-se que a curva do hexano se iniciou em 5 minutos, obtendo um teor de óleo de 2,24%, progredindo de forma rápida até atingir a saturação em 60 minutos e um teor de óleo de 3,52%.

Diferente da curva do hexano, as curvas do etanol e da mistura hexano/etanol, atingiram a saturação em 120 minutos, com rendimentos de 5,13% e 5,39% em teor de óleo, respectivamente. Os teores superiores ao do hexano puro indicam os componentes polares presentes no grão de café que o etanol é capaz de extrair, e que não foram totalmente descartados com a etapa de solubilização em hexano.

Levando em conta as curvas cinéticas, a fim de padronizar as amostras, definiu-se o tempo de extração em 120 minutos (2 horas), pois nesse tempo o teor de óleo extraído não aumenta significativamente para as três proporções de solventes.

Considerando o tempo de 2 horas, realizou-se a extração do óleo na proporção 5:1 de solvente:amostra. As proporções hexano:etanol foram de 0,75:0,25, 1:1 e 0,25:0,75 e para os diâmetros médios de partículas de 0,6, 1,1 e 1,3 mm. Os teores de óleo obtido para cada amostra estão representados pela Tabela 1.

Tabela 1 - Rendimento de óleo em diferentes condições de extração.

Amostra	% Etanol	Diâmetro médio de partícula (mm)	Teor de óleo bruto (%)
1	25	1,3	3,68
2	25	1,1	4,15
3	25	0,6	5,95
4	50	1,3	4,25
5	50	1,1	3,97
6	50	0,6	4,67
7	75	1,3	3,44
8	75	1,1	3,93
9	75	0,6	5,52

Fonte: Autoria própria (2020)

Na Tabela 1 é possível notar que o maior rendimento foi de 5,95% em teor de óleo, resultado da amostra com o menor diâmetro médio de partícula (0,66 mm) e menor quantidade de etanol, proporção hexano:etanol de 0,75:025. Observa-se que à medida que o diâmetro aumenta, o teor de óleo diminui, corroborando com a teoria de que quanto menor o diâmetro da partícula, maior a área superficial de contato e conseqüentemente melhor será a extração (COELHO FILHO, 2015).

Em relação a proporção hexano:etanol, nota-se de modo geral, que quanto menor a proporção de etanol, para a mesma granulometria, maior é o rendimento, o que é explicado devido à maior polaridade do etanol em relação ao hexano (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

Através de ensaios preliminares, utilizando o hexano puro como solvente nas mesmas condições de operação, foram obtidos teores de óleo de 3,57, 3,19 e 4,09% para as granulometrias 1,3, 1,1 e 0,6 mm, respectivamente, valores próximos dos encontrados quando utilizado o etanol como co-solvente.

## CONCLUSÃO

Por meio do estudo e da análise dos resultados obtidos neste trabalho, observou-se a influência do tempo de extração e do diâmetro de partícula no processo de extração de óleo, sendo essas variáveis importantes para otimização do processo.

A extração via banho ultrassônico apresentou resultados satisfatórios quanto ao tempo, relativamente menor quando comparando a outros métodos convencionais de extração, e à temperatura, sendo capaz de extrair o óleo à temperatura ambiente, mantendo o extrato com uma qualidade elevada.

Observou-se também que o etanol como co-solvente apresentou um rendimento próximo ao do hexano puro, confirmando a viabilidade de seu uso. Além de rendimento satisfatório, o etanol é capaz de extrair outros componentes além do óleo, abrindo oportunidade para trabalhos futuros da identificação desses componentes.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a UTFPR-PG pela oportunidade de participar do Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Científica e Tecnológica – PIVICT 2019/2020.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. L. C. **Extração supercrítica de matrizes vegetais oleaginosas: rendimento global, cinética de extração, composição química e atividade antioxidante**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. O café brasileiro na atualidade. Disponível em: <https://www.abic.com.br/o-cafe/historia/o-cafe-brasileiro-na-atualidade-2/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

BATISTA, G. L. A. S.; et. al. Extração do óleo da borra do café: alternativa para redução dos impactos ambientais. **XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Fortaleza, 2016.

BRUNI, G. P. et.al. Estudo do método de ultrassom para a extração de óleo de sementes de uva provenientes de rejeitos do processo vinícola. **XX Congresso De Engenharia Química**, Florianópolis, 2014.

COELHO FILHO, A. C. de A. **Extração sólido-líquido a quente de lipídios de alimentos industrializados**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2015.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, Salvador, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, dez. 2012/mai. 2013.

NOSARI, A. B. F. L. et.al. Improved green coffee oil antioxidante activity for cosmetical purpose by spray drying microencapsulation. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 25, n. 3, mai./jun. 2015.

OLIVEIRA, P. M. A. **Óleo de grãos de café verde obtido por extração supercrítica, extração com fluido pressurizado e comparação de sua composição com o óleo de café extraído pelos pequenos produtores do estado de São Paulo – análise da concentração de compostos bioativos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

ORTIZ, R. W. P. **Estudo teórico e experimental da extração de café com ciclos de compressão e descompressão hidrostática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SANDI, D. **Extração do óleo e diterpenos do café com CO2 supercrítico**. 2003. Tese (Mestrado em Ciência) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SILVA, L. L. et.al. Parametrização das condições de obtenção do extrato do café verde e torrado com CO2 supercrítico. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 65-75, jan./mar. 2015.

TSUKI, A.; OIGMAN, S. S.; REZENDE, C. M. Óleos de grãos de café cru: diterpenos cafestol e caveol. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 16-33, jan./fev. 2014.

WAGEMAKER, T. A. L. **Variabilidade do teor de óleo, de seu fator de proteção solar e de outros componentes da fração lipídica do gênero Coffea visando usos alternativos aos grãos.** 2009. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2009.

ZACHI, R. **Influência da temperatura no processo de extração de óleo de soja em leite fixo.** 2007. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2007.