

## Extração ultrassônica assistida de óleo de café verde utilizando etanol e hexano

### Ultrasonic extraction of green coffee oil using ethanol and hexane

#### RESUMO

**Isabela Andrade Longo**  
[isabelalongo@alunos.utfpr.edu.br](mailto:isabelalongo@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

**Vithoria Gauglitz Tanaka**  
[vithoriatanaka@alunos.utfpr.edu.br](mailto:vithoriatanaka@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 verde é um produto visado pelas indústrias de fármacos e cosméticos, devido às propriedades de sua composição. Atualmente, o tipo de extração mais comum é a imersão em solvente a quente, no entanto, como o aquecimento pode prejudicar o padrão de qualidade do óleo de café, uma técnica alternativa bastante promissora é a extração por solvente em banho ultrassônico, possível de ser realizada em temperaturas mais baixas que os métodos convencionais. Por possuir grande afinidade com o óleo, o solvente mais utilizado industrialmente é o hexano, porém é altamente tóxico e potencialmente cancerígeno. Por essa razão estudou-se o comportamento do rendimento da extração de óleo de café verde utilizando etanol como co-solvente, pois, é um solvente de fácil obtenção, tem preço competitivo e é atóxico, e embora apresente maior dificuldade em extrair o óleo devido a sua extremidade polar, demonstrou resultados satisfatórios. Algumas variáveis possuem influência direta no processo extrativo, e quando corretamente controladas, podem aumentar significativamente o rendimento da extração. Nesta pesquisa avaliou-se as variáveis tempo de extração e a proporção amostra/solvente, que se mostraram de bastante importância para o processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Co-solvente. Proporção. Rendimento.

#### ABSTRACT

Green coffee oil is a product targeted by the pharmaceutical and cosmetic industries, due to the properties of its composition. Currently, the most common type of extraction is immersion in hot solvent, however, as heating can impair the quality standard of coffee oil, a very promising alternative technique is solvent extraction in an ultrasonic bath, which can be performed at lower temperatures than conventional methods. As it has a great affinity for oil, the most used industrial solvent is hexane, however it is highly toxic and potentially cancerous. For this reason, it was studied the behavior of the extraction yield of green coffee oil using ethanol as a co-solvent, because it is an easily obtainable solvent, has competitive price and non-toxic, and although it presents greater difficulty in extracting the oil due to its polar part, showed satisfactory results. Some variables have a direct influence on the extraction process, and when properly controlled, they can significantly increase the extraction yield. In this research, the variables extraction time and the sample/solvent ratio were evaluated, which proved to be very important for the process.

**KEYWORDS:** Co-solvent. Proportion. Yield.



## INTRODUÇÃO

Vindo do Oriente para o Ocidente, o café chegou ao Brasil em 1727, onde rapidamente alcançou grande valor comercial e tornou-se um produto marcante para a história do país, sendo suas duas principais espécies a *Coffea arábica* Linn. e a *C. canephora* Pierre ex Froehner, usualmente conhecidas como arábica e robusta, respectivamente (LAGO, 2001; TSUKUI; OIGMAN; REZENDE, 2014).

O grão de café verde apresenta de 10% a 15% de óleo com teores elevados de compostos insaponificáveis, e devido às propriedades da composição deste óleo, o produto tem grande valor para as indústrias de fármacos e cosméticos. A aplicabilidade do óleo de café verde nestes setores da-se em função da sua fração lipídica rica em triglicerídeos, esteróis, tocoferóis e diterpenos que possuem propriedades amaciantes, emolientes, hidratantes, anti-inflamatórias e anticarcinogênicas (LAGO, 2001; SANDI, 2003; TSUKUI; OIGMAN; REZENDE, 2014).

Para se extrair o óleo dos grãos, faz-se necessário o emprego de algum método extrativo, como a prensagem ou a extração sólido-líquido. Conhecidas como métodos clássicos, a extração por prensagem é uma extração mecânica que vem caindo em desuso, pois, apresenta rendimentos de obtenção de óleo mais baixos quando comparada a outros métodos. Já na extração sólido-líquido, também conhecida como extração por solvente, a matéria prima é imersa em um solvente e a partir daí ocorrem duas etapas, a difusão do óleo até a interface sólido-líquido e a solubilização do mesmo no solvente (COELHO FILHO, 2015; SANDI, 2003; SOUZA, 2012).

A extração por solvente é o método mais utilizado pelas indústrias nos dias atuais, e de maneira geral as técnicas envolvidas neste tipo de extração apresentam características como longo tempo de extração, operação em temperaturas elevadas, solvente residual no produto e a demasiada utilização de solvente, e objetivando amenizar o impacto destas características, novas técnicas de se extrair óleo via solvente vêm sendo exploradas (COELHO FILHO, 2015; SANDI, 2003).

Como técnica alternativa, existe a extração sólido-líquido por meio de banho ultrassônico, que vem se mostrando muito promissora, pois promove a extração de óleo em temperatura mais baixa que as técnicas convencionais. Além disso, a extração utilizando banho ultrassônico possui eficiência de recuperação igual, ou melhor, do que a obtida na extração por solvente a quente, pois, necessita de tempos de extração consideravelmente menores. Outra vantagem é que o equipamento utilizado na extração ultrassônica assistida é de simples operação e sua implementação não apresenta um custo elevado (BRUNI et.al, 2014).

Atualmente, o solvente mais utilizado em plantas extratoras é o hexano, pois é um composto apolar semelhante ao óleo, apresentando assim um grande poder de solvência em sementes oleaginosas, além disso, por conta de seu baixo ponto de ebulição também é facilmente separado e recuperado. Em contrapartida, o hexano possui uma alta toxicidade e é considerado potencialmente cancerígeno, o que pode acarretar em graves problemas para a saúde humana e ao meio ambiente (LONGO et.al, 2019).

Em virtude da alta toxicidade do hexano, busca-se a possibilidade de se utilizar outros solventes, como por exemplo o etanol. Por ser um solvente atóxico e

apresentar vantagens como produção em larga escala no Brasil e preço competitivo no mercado, ele é tido como um potencial solvente substituinte. O ponto negativo da utilização do etanol está relacionado a sua maior dificuldade em extrair componentes oleosos, devido a sua estrutura química possuir uma extremidade polar, fazendo com que a miscibilidade do óleo não seja tão grande comparada ao hexano. Por este motivo, a utilização do etanol como co-solvente junto ao hexano pode ser uma solução interessante (LAGO; FREITAS, 2006; MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

Quando o assunto é extração via solvente, deve-se saber que existem diversas variáveis que influenciam diretamente a transferência do óleo contido no interior dos grãos para o solvente, dentre elas estão a temperatura, a agitação do fluido, o tempo de extração e a proporção de amostra/solvente, e, para que o processo extrativo seja eficiente, é importante que estas variáveis sejam sempre monitoradas e otimizadas (COELHO FILHO, 2015).

Dentro desta temática, o seguinte trabalho teve o propósito de estudar o comportamento da extração a partir da utilização do etanol como co-solvente, bem como a influência das variáveis tempo de extração e proporção amostra/solvente neste processo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Baseando-se nos estudos realizados por SILVA et.al (2015), para o preparo de amostras, as sementes de café verde do tipo arábica foram triturados em moinho de facas da marca Marconi, modelo MA340, para que houvesse uma redução da granulometria dos grãos, com o objetivo de aumentar a área de contato entre amostra e solvente. Em seguida, as amostras foram peneiradas em Agitador de Peneiras para Análises Granulométricas Eletromagnético, por 15 minutos.

Todos os experimentos foram realizados utilizando como solvente: hexano puro, mistura 1:1 de hexano e etanol e etanol puro. Para a realização das extrações, as amostras já preparadas foram colocadas em contato com o solvente em erlenmeyers de 250 mL, os quais foram vedados com película de parafina da marca PARAFILM e inseridos em banho ultrassônico a temperatura ambiente, visando evitar a degradação do produto desejado e minimizar a perda de solvente durante o processo. Após a retirada dos erlenmeyers do ultrassom, o conteúdo obtido foi filtrado e transferido para um balão de fundo redondo previamente seco e pesado, seguindo posteriormente para um evaporador rotativo, modelo TE-211 e marca TECNAL para que todo o solvente fosse evaporado, e, para fins de quantificação, pesou-se em balança analítica o balão contendo o extrato já separado.

Visto que, o etanol é capaz de extrair componentes diferentes do óleo devido a sua polaridade, uma etapa adicional de lavagem com aproximadamente 30 mL de hexano foi necessária, para que somente o óleo extraído fosse quantificado. Após a lavagem, o conteúdo do balão foi transferido para tubos falcon e levados para Centrífuga Excelsa Baby II, modelo 206-R da marca FANEN, onde foram centrifugados por 10 minutos. Em seguida, transferiu-se o sobrenadante para um outro balão de fundo redondo limpo, que passou novamente pela rotaevaporação e a pesagem de quantificação.

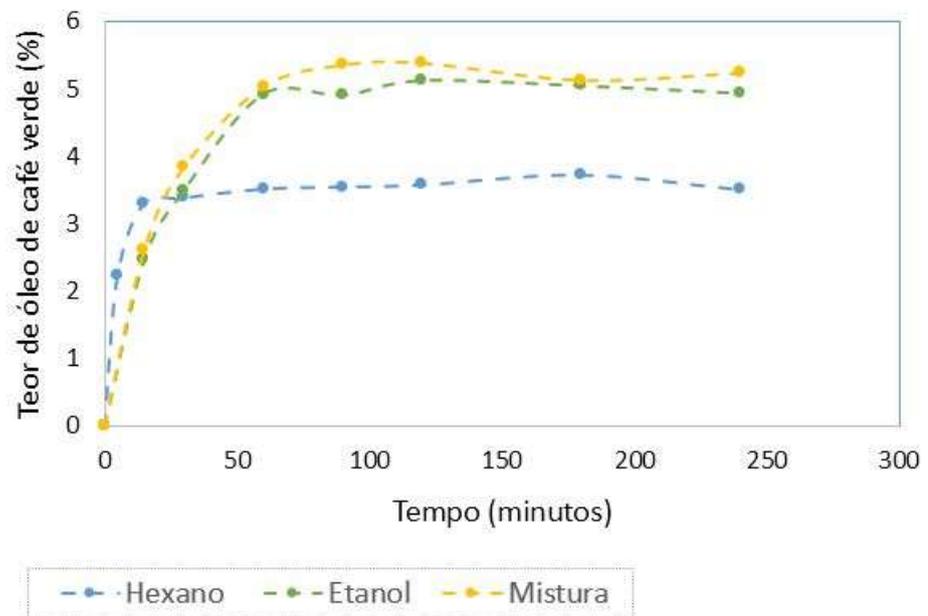
Com o intuito de identificar o tempo em que ocorre a estabilização da extração de óleo de café verde, foram construídas curvas cinéticas de extração, apoiadas no modelo apresentado por ORTIZ (2015). A confecção das curvas foi realizada utilizando um diâmetro médio de partículas igual a 1,1 milímetros e proporção de amostra/solvente de 1:5. A curva cinética gerada a partir da utilização de 100% e 50% de etanol como solvente foi avaliada nos tempos de 15, 30, 60, 90, 120, 180 e 240 minutos, já a curva proveniente da extração realizada com 100% de hexano, teve seu primeiro tempo contabilizado em 5 minutos, seguindo a partir daí os mesmos tempos citados acima.

Com o objetivo de estudar o impacto da variação da proporção amostra/solvente no rendimento da extração, o procedimento de extração do óleo de café verde foi realizado utilizando grãos com diâmetro médio de 1,30 milímetros em três diferentes proporções, sendo elas 1:3, 1:5 e 1:7, no tempo ótimo encontrado pelas curvas cinéticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas cinéticas contituídas por meio dos ensaios de extração do óleo de café verde em banho ultrassônico expressas na Figura 1, apresentam a relação entre o tempo de extração e teor de óleo obtido utilizando os solventes etanol, hexano e a mistura de 1:1 de hexano e etanol.

Figura 1 - Curva cinética de extração



Fonte: Autoria própria (2020)

Ao analisar a Figura 1, nota-se a semelhança das curvas cinéticas resultantes com a curva característica de extração sólido-líquido citada por ORTIZ (2015), observa-se também que a extração realizada com 100% de hexano chegou a estabilização em 60 minutos, com um teor de óleo de 3,52%. Ao avaliar as curvas que representam a extração em presença total e parcial de etanol, observou-se o alcance da saturação em 120 minutos para ambas, tendo o etanol puro extraído

teor de óleo de 5,13% e a mistura dos dois solventes um valor de 5,39%. Estes teores de óleo superiores aos obtidos por meio da utilização de hexano puro indicam um possível residual de componentes polares arrastados pelo etanol durante o processo.

Tomando como referência o momento em que as três curvas atingem a estabilização de extração de óleo, foi identificado o tempo ótimo de extração de 120 minutos. Assim, os ensaios realizados para analisar a variável proporção de amostra/solvente foram submetidos a um processo extrativo com esta duração, e os resultados obtidos estão contidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Teores de óleo de café verde obtidos a partir da variação amostra/solvente

Proporção amostra/solvente	Solvente	Teor de óleo bruto (%)
1:3	Etanol	2,49
1:3	Mistura	2,97
1:3	Hexano	3,81
1:5	Etanol	3,31
1:5	Mistura	3,82
1:5	Hexano	4,53
1:7	Etanol	3,88
1:7	Mistura	4,43
1:7	Hexano	4,92

Fonte: Autoria própria (2020)

Avaliando os dados da Tabela 1, percebeu-se que para as três proporções de etanol/hexano analisadas, o teor de óleo de café verde obtido cresce conforme a proporção amostra/solvente é aumentada. Esta tendência corrobora com o apresentado em estudos realizados por LAGO; FREITAS (2006). Além disso, ao comparar os rendimentos do óleo obtido por meio da utilização de hexano puro, etanol puro e a mistura 1:1 de etanol e hexano as variações não chegaram a 1%.

Como apresentado na Tabela 1, as maiores quantidades de óleo de café verde obtidas foram com relação a proporção de 1:7 de amostra/solvente, sendo os valores de rendimentos de 3,88%, 4,43% e 4,92%, para etanol puro, mistura de etanol e hexano e hexano puro, respectivamente. Como os valores dos rendimentos obtidos por meio de hexano puro e mistura hexano/etanol foram bastante próximos, há um indicativo de que a utilização do etanol como co-solvente seja uma alternativa viável no processo de extração de óleo de café verde, o que também é demonstrado no trabalho de LONGO et.al (2019).

## CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível observar que o tempo utilizado na extração do óleo de café utilizando banho ultrassônico foi relativamente curto quando comparado aos métodos convencionais. Além disso, no equipamento conseguiu-se extrair o óleo café verde em temperatura ambiente, o que é de grande valia, pois nesta condição é possível que a integridade do extrato tenha sido mantida durante o

processo, e com isso o óleo obtido possui um maior padrão de qualidade, o que pode ser fundamental para a indústria de química fina (cosméticos e fármacos).

Também ficou clara a influência das variáveis tempo de extração e proporção amostra/solvente no processo de extração de óleo, sendo estes, quando monitorados, fatores capazes de potencializar os rendimentos de extrato obtido.

Mesmo a extração com o etanol apresentando um menor rendimento, há indícios de que os componentes não oleosos que este solvente é capaz de arrastar durante a extração do óleo também possam ter aplicabilidade nas indústrias de fármacos e cosméticos, sendo assim, um possível objeto de estudo para trabalhos futuros.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná, por conceder a Bolsa de Iniciação Científica.

### REFERÊNCIAS

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.

LAGO, Regina C.A.; FREITAS, Suely P.; Extração dos óleos de café verde e da borra com etanol comercial. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, ISSN 0103-5231, 2006.

LAGO, Regina C.A.; Lipídeos em grãos de café. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 319-340, 2001.

LONGO, I, A.; et.al; Extração de óleo vegetal utilizando co-solvente em banho ultrassônico. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.4, n.3, p. 1842-1847, ISSN 2595-3621, 2020.

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.

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.

SOUZA, V. R. de; **Extração E Caracterização De Óleo De Sementes De Frutos**. 2012. 62f. Dissertação de Mestrado – Universidade do Algarve, 2012.

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.