

Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma Proposta Experimental

Amanda de Sousa Querubina, Marcella Andreoli Coser e Walter Ruggeri Waldman

O trabalho consiste na demonstração do uso da máquina de café expresso como um método alternativo de extração usando pressões maiores que a do ambiente. Foi usada uma máquina doméstica de café expresso para extração de óleos essenciais de cravo e canela com um sistema de coleta refrigerada do extrato aquoso a quente produzido. A presença de óleos essenciais no extrato aquoso a quente foi comprovada por extração dos óleos essenciais e subsequente reação com permanganato de potássio (teste de Bayer) em uma atividade de aproximadamente 45 minutos. A adaptação das cápsulas de café expresso para a extração é de fácil implementação e o experimento envolve conceitos de pressão e separação de misturas, assuntos abordados no ensino médio.

► extração, óleos essenciais, café expresso, pressão ◀

Recebido em 22/04/2015, aceito em 05/08/2015

269

Existem diversas maneiras de se realizar a extração de substâncias, em geral com a passagem de um solvente por um meio onde esteja a substância que se quer extrair. Em experimentos didáticos sobre extração, costuma-se variar alguns parâmetros, como a natureza do solvente, a granulação do meio onde está a substância a ser extraída, a temperatura e o tempo de contato entre o solvente e o meio. Não é usual que os experimentos didáticos de extração incluam a pressão como parâmetro de extração, e o experimento proposto neste artigo vem a preencher essa lacuna. Neste trabalho, foi usado um equipamento de uso cotidiano: a máquina NESCAFÉ® Dolce Gusto®, que atinge pressões de até 15 bars (Nescafé,

2014a), o que proporciona uma extração com pressão muito maior que a atmosférica, de aproximadamente 1 bar no nível do mar (Roth, 2014). Quanto maior a pressão atmosférica,

maior será a difusão do solvente no meio, aumentando a difusão das moléculas do solvente pela das estruturas celulares, no caso de tecidos vegetais, para chegar ao soluto. Esse aumento na difusão aumenta diretamente a eficiência no arraste de substâncias, dentre elas, os óleos essenciais (Usberco, 2010; Mahan, 1995).

Pressão é determinada pela atuação de uma força, normal a uma superfície, dividida pela área dessa superfície (IUPAC, 1997). Numa máquina de café expresso, a pressão obtida no processo de extração é muito importante e está diretamente relacionada às

características do café obtido. Quanto maior for a pressão do solvente, mais eficiente será a sua passagem pela massa de pó de café, gerando bebidas com composições diferentes, dependendo da pressão usada na extração. Uma vantagem

Na máquina de café expresso, a formação de pressão pela passagem de líquido ocorre assim que a cápsula é perfurada pela cafeteira, com a inserção, sob pressão, de água quente em seu interior. A alta pressão e a maior eficiência de penetração do solvente no pó de café fazem com que não apenas os compostos solúveis em água sejam extraídos, mas também a fusão e extração dos lipídeos pela água quente. Os lipídeos proporcionam a formação de uma emulsão fina com gotículas de lipídeos, como fase dispersa, na água quente: a espuminha típica do café expresso.

A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

associada ao uso da pressão para aumentar a eficiência do processo extrativo é o menor tempo para a obtenção do café expresso.

Na máquina de café expresso, a formação de pressão pela passagem de líquido ocorre assim que a cápsula é perfurada pela cafeteira, com a inserção, sob pressão, de água quente em seu interior. A alta pressão e a maior eficiência de penetração do solvente no pó de café fazem com que não apenas os compostos solúveis em água sejam extraídos, mas também a fusão e extração dos lipídeos pela água quente. Os lipídeos proporcionam a formação de uma emulsão fina com gotículas de lipídeos, como fase dispersa, na água quente: a espumilha típica do café expresso. Dissolvidas nessas gotículas de lipídeos estão substâncias aromáticas que, de outra forma, evaporar-se-iam após a saída do líquido quente (Roth, 2014).

O princípio de funcionamento da máquina de café expresso pode ser aplicado para a extração de outras substâncias de interesse em atividades didáticas, podendo ser feitas comparações com outras técnicas clássicas como arraste a vapor. São exemplos de atividades didáticas relacionadas a essa proposta a extração de cafeína do chá preto (Brenelli, 2003), a extração de óleos essenciais de cravo ou canela (Guimarães, 2000; Cunha 2012), a extração de corantes da semente de urucum (Costa, 2005) e o uso de extratos aquosos como antimicrobianos (Sousa, 2014).

Neste trabalho, usamos a canela e o cravo para demonstrar, respectivamente, a extração aquosa a quente do cinamaldeído e do eugenol.

Parte experimental

As extrações foram realizadas usando uma máquina de café expresso convencional NESCAFÉ® Dolce Gusto®, as cápsulas desta, cola de alto desempenho a base de cianoacrilato, tesoura, recipiente plástico, banho de gelo, água, cravo, canela em pau, martelo, solução de permanganato de potássio, éter etílico e sulfato de magnésio anidro.

Essa máquina utiliza cápsulas do tipo Smart Capsule™ (Nescafé, 2014b), cujo sistema de funcionamento permite o aumento da pressão interna. Essas cápsulas são compostas de um plástico resistente externo, como tampa, e um interno, finamente perfurado para garantir que a água passe sob pressão ao compartimento onde está o pó de café. No plástico externo, é feito um furo pela cafeteira e a água sob pressão é injetada. Sob o pó de café, há um filme de alumínio que se rompe durante o preparo pela pressão da água. Esse filme tem a função de evitar a oxidação ou a contaminação do pó de café pela atmosfera externa, no seu tempo de prateleira, antes de ser usado.

É possível visualizar na Figura 1 as várias etapas de preparação da cápsula. Primeiramente foi realizado um corte lateral nesta, abaixo da altura do plástico interno, de modo a não comprometer o seu sistema de funcionamento, e retirou-se todo o pó de café de seu interior (Figura 1A). Substituiu-se o pó por amostras de cravo ou canela em pau, que foram maceradas com o martelo (Figura 1B). A

maceração serve para aumentar a área superficial, o que aumenta a eficiência do processo de extração. É importante não preencher completamente o compartimento da amostra, pois isso pode fazer com que ocorra o entupimento do sistema de passagem de água da máquina. A partir da experiência adquirida empiricamente, recomendamos preencher até, no máximo, metade do espaço livre para a colocação da amostra. Após preenchida a cápsula, esta foi vedada com um pedaço de plástico da tampa de outra cápsula com tamanho suficiente para cobrir a abertura lateral. Para isso, utilizou-se uma cola de alto desempenho (Figura 1C).



Figura 1: A) Cápsulas com abertura lateral e café retirado; B) Pedacos de canela preenchendo espaço interno da cápsula; C) Cápsula fechada com pedaço de tampa de outra cápsula

Para minimizar a evaporação dos voláteis após a extração, utilizou-se um frasco de gargalo com diâmetro reduzido imerso em um banho de gelo para coletar os extratos (Figura 2A e Figura 2B).



Figura 2: Sistema de coleta refrigerada do extrato aquoso a quente.

A comprovação da presença dos óleos essenciais nos extratos obtidos foi realizada pela extração líquido-líquido com solvente orgânico (Cunha, 2012). Resumidamente, em um funil de separação, adicionou-se 50 mL de extrato aquoso a quente das duas especiarias testadas em 30 mL de éter etílico, homogeneizou-se o sistema e aguardou-se a separação das fases. A fase que continha o extrato foi novamente purificada, repetindo-se o processo de adição de 30 mL de éter etílico por mais duas vezes. Ao produto obtido, adicionou-se um agente secante, sulfato de magnésio, e a mistura foi levada a uma placa aquecedora

até a evaporação total do solvente orgânico. Ambos os extratos aquosos a quente, separadamente, passaram por um procedimento de teste da veracidade dos compostos (Guimarães, 2000), também conhecido como teste de Bayer. Este é realizado com solução de permanganato, indicando a presença de insaturações que existem tanto no eugenol quanto no cinamaldeído. Essa confirmação ocorre por meio da reação de oxidação branda com permanganato de potássio de cor violeta, que sofre descoloramento de sua coloração característica. O permanganato pode ser comprado em pastilhas, em qualquer farmácia, sem receita e com baixo custo, por aproximadamente R\$ 3,00. Para o preparo da solução, basta dissolver a pastilha em um copo de água. O experimento possui tempo de execução médio de 45 minutos e, portanto, pode ser aplicado em uma hora aula.

Resultados e discussão

Ambos os extratos aquosos apresentaram coloração e odor característicos das especiarias usadas. O extrato aquoso a quente é composto das substâncias hidrossolúveis e das substâncias lipofílicas como os óleos essenciais, que fluíram para o extrato devido à temperatura e pressão. O sistema de resfriamento (Figura 2) possibilitou minimizar a perda dos óleos essenciais por evaporação pela diminuição da temperatura. Com essa etapa, é possível diversificar o experimento, fazendo a extração com e sem o sistema de resfriamento, ou com sistemas de resfriamento com diferentes temperaturas, para verificar a sua eficácia comparando rendimentos após a extração com solventes orgânicos. Essa abordagem permite discutir a influência da temperatura na pressão de vapor de substâncias voláteis.

Teste de comprovação da existência dos óleos essenciais

Ambos os extratos obtidos passaram por extração líquido-líquido com éter etílico e suas fases podem ser visualizadas na Figura 3.

A fase orgânica dos extratos obtidos apresentaram odor característico das especiarias usadas na extração, evidenciando a presença de substâncias lipofílicas com o processo de extração aquoso a quente sob pressão. Em contraponto aos experimentos clássicos de extração (Brenelli, 2003; Cunha, 2012), o experimento aqui proposto pode ser feito em menos de um minuto, permitindo dedicar maior tempo às variáveis como temperatura de resfriamento na coleta,

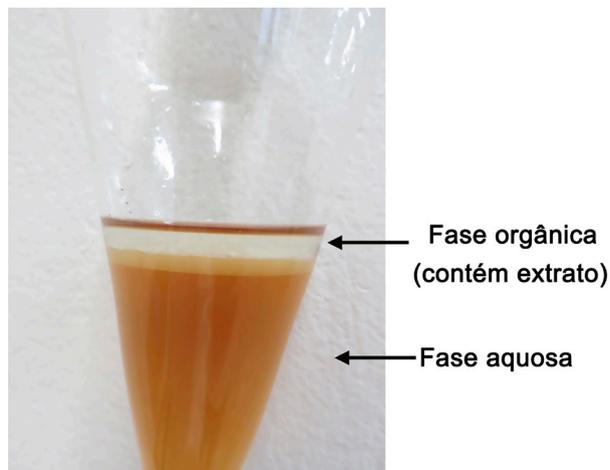


Figura 3: Sistema de purificação usando um funil de separação.

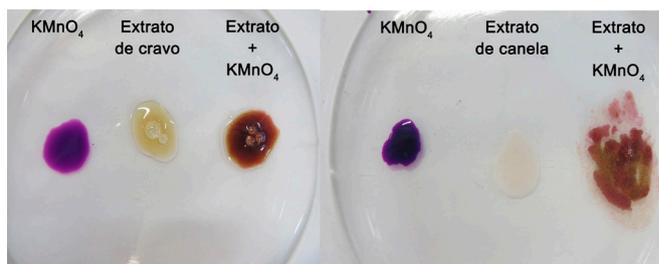


Figura 4: Teste de Bayer para cada extrato.

interação com práticas que envolvem outras propriedades dos extratos aquosos como o estudo de suas propriedades antimicrobianas (Sousa, 2014) ou possibilitando executar a atividade em menor tempo.

As duas frações oleosas passaram por reação com KMnO_4 e apresentaram evidências de oxidação com o desaparecimento da cor violeta (Figura 4) por causa dessa reação (Solomons, 2012), que é chamada teste de Bayer (Figura 5) e ocorre a partir das insaturações com o oxidante permanganato de potássio, formando grupos OH alcoólicos e provocando o descoloramento do meio. Importante destacar que, na extração com solventes orgânicos, são usadas substâncias tóxicas e que, portanto, não são indicadas para o manuseio dos estudantes e/ou pessoas sem a devida capacitação.

Considerações finais

O procedimento é simples e seguro, oferecendo a possibilidade de inserir a pressão como parâmetro de extração de compostos orgânicos em experimentos rápidos, usando

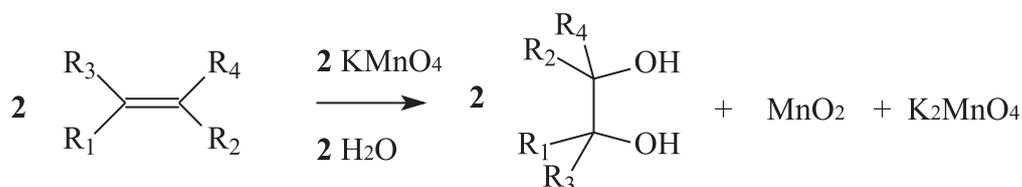


Figura 5: Reação do teste de Bayer.

uma máquina de café expresso doméstica, permitindo comparações com outras técnicas clássicas. Além disso, utiliza matérias-primas baratas e de fácil acesso, como canela e o cravo, para demonstrar a extração aquosa a quente de óleos essenciais e o efeito da pressão sobre a extração rápida desses óleos. A proposta experimental permite a complementação do experimento de extração com a comprovação da presença de óleos essenciais pelo teste de Bayer, que pode demonstrar o conceito de oxidação de insaturações de uma maneira rápida e de fácil visualização.

Referências

BRENELLI, E.C.S. A extração de cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. *Quim. Nova*, v. 26, p. 136-138, 2003.

COSTA, C.L.S.; CHAVES, M.H. Extração de pigmentos das sementes de *Bixa orellana L.*: uma alternativa para disciplinas experimentais de química orgânica. *Química Nova*, v. 28, n. 1, p. 149-152, 2005.

CUNHA, S.; LUSTOSA, D.M.; CONCEIÇÃO, N.D.; FASCIO, M.; MAGALHÃES, V. Biomassa em aula prática de química orgânica verde: cravo da Índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural. *Química Nova*, v. 35, n. 3, p. 638-641, 2012.

FIORIO, J.; DALPOSSO, P. *A química dos óleos essenciais no ensino médio*. 2011. 10 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2011.

GUIMARÃES, P.I.C.; OLIVEIRA, R.E.C., ABREU, R.G. Extração de óleos essenciais de plantas. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 45-46, 2000.

IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*. 2. ed. Org. A.D. McNaught; A. Wilkinson. Oxford: Blackwell, 1997.

MAHAN, B.; MYERS, R. *Química: um curso universitário*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

MORTIMER, E.; MACHADO, A. *Química: ensino médio*. São Paulo: Scipione, 2008.

NESCAFE. *Como a máquina funciona?* Disponível em:

Walter Ruggeri Waldman (walter@ufscar.br), bacharel em Química Tecnológica, mestrado e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professor adjunto da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Salto de Pirapora, SP – BR. **Amanda de Sousa Querubina** (amandasq@hotmail.com), técnica química pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), licencianda em Química pela UFSCar, é estagiária nos laboratórios de ensino de química da UFSCar, campus Sorocaba, Jacareí, SP – BR. **Marcella Andreoli Coser** (marcella.coser@outlook.com) é licenciada em química pela UFSCar e formada em técnico de alimentos pela Etec Rubens de Faria, é técnica de qualidade na PepsiCo/Sorocaba, possui um blog que aborda temas relacionados à química do cotidiano (cellacoser.wordpress.com) e é redatora na sessão de química na cozinha do blog I Could Kill for Dessert. Sorocaba SP – BR.

<https://www.nescafe-dolcegusto.com.br/faq>. Acessada em: 26 maio 2014a.

_____. *Cápsula*. Disponível em: <https://www.nescafe-dolcegusto.com.br/smart-capsule>. Acessada em: 26 maio 2014b.

O'SHEA, S.K.; VON RIESEN, D.D.; ROSSI, L.L. Isolation and analysis of essential oils from spices. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 5, p. 665-668, 2012.

ROTH, K. *Espresso: a three step preparation*. Disponível em: http://www.chemistryviews.org/details/ezone/694285/Espresso_A_Three-Step_Preparation.html. Acessada em: 26 maio 2014.

SOLOMONS, T.W.G. *Química orgânica*. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012.

SOSA, A.M.; WALDMAN W.R. Antimicrobial properties of spices: an activity for high school or introductory chemistry or biology. *J. Chem. Educ.*, v. 91, p. 103-106, 2014.

USBERCO, J. SALVADOR, E. *Química*. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

Para saber mais

DAVIES, E. Chemistry in every cup. *Chemistry World*, v. 8, n. 5, p. 36-38, 2011.

BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

Abstract: *Espresso machine for the extraction of essential oils: an experimental proposal.* The work consists of demonstrating the use of the espresso machine as an alternative method of extraction using higher pressures. It was used a domestic espresso machine for the extraction of essential oils of clove and cinnamon, with a refrigerated collection system of the aqueous extract produced. The presence of essential oils in the aqueous extract was demonstrated by extraction of the essential oils and subsequent reaction with potassium permanganate (Bayer test), in an activity of around 45 minutes. The adaptation of espresso coffee capsules for extraction is easy to implement and experiment involves concepts from pressure to separation of mixtures, topics discussed in high school.

Keywords: extraction, essential oils, espresso coffee, pressure.