

Aplicação de processo ultrassom na extração de catequinas dos resíduos de chá verde

RESUMO

É evidente a grande preocupação por parte das indústrias em desenvolver tecnologias inovadoras que além de apresentarem baixo custo, sejam capazes de promover maior rendimento, rapidez e eficiência no processamento industrial sem, no entanto, agredir o meio ambiente. O ultrassom é uma dessas técnicas, que além de possuir essas características, ainda é de fácil manipulação e pode ser empregado em extrações de compostos foliares. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a eficiência desse equipamento nas extrações de catequinas presentes nos resíduos de chá verde, utilizando-se para isso, solventes de diferentes polaridades, sendo eles: água, acetona, etanol, metanol e isopropanol, no qual a água demonstrou ser o melhor solvente extrator. Na sequência foi comparado a utilização ou não do equipamento de ultrassom, utilizando água como solvente de extração, sendo comprovados a eficiência do método que foi devido, principalmente, ao fato desse equipamento promover, por meio de suas ondas sonoras, a formação de cavitação no líquido presente em seu interior, provocando um aumento na permeabilidade da parede celular e assim uma maior penetração do solvente.

PALAVRAS-CHAVE: Chá Verde. Ultrassom. Catequinas

Rosilene dos Santos Oliveira
rosilene191@hotmail.com
Instituto Federal do Paraná/Campus
Paranavai-PR, Brasil

Juliana da Silva Rocha
juliana184@msn.com
Instituto Federal do Paraná/Campus
Paranavai-PR, Brasil

Keren Hapuque Pinheiro
keren.pinheiro@ifpr.edu.br
Instituto Federal do Paraná/Campus
Paranavai-PR, Brasil

Matheus Pereira Mendonça
matheus.pereira@ua.pt
Departamento de Engenharia Química,
Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

Carlos Eduardo Barão
carlos.barao@ifpr.edu.br
Instituto Federal do Paraná/Campus
Paranavai-PR, Brasil

INTRODUÇÃO

A evolução na química moderna tem sido acompanhada pelo desenvolvimento de sistemas cada vez mais eficientes e que diretamente traduz-se em conhecimento e em tecnologia. Produtos alimentícios, como frutas e vegetais, óleos e gorduras, açúcar, laticínios, carne, café e cacau, farelo e farinha, são complexas misturas de vitaminas, açúcares, proteínas e lipídeos, fibras, aromas, pigmentos, antioxidantes, e outros compostos orgânicos e minerais (CHEMART e KHAN, 2011).

O chá verde (*Camellia sinensis*) é uma abundante fonte de catequinas, que são antioxidantes que têm recebido considerável interesse devido aos seus potenciais benefícios em saúde e alimentação, preservação humana (KHAN e MUKHTAR, 2007; VUONG *et al.*, 2010 e VUONG *et al.*, 2011d), como por exemplo, sendo associadas com a proteção contra a doença cardiovascular (DCV) (KURIYAMA *et al.*, 2008). Outros estudos têm mostrado que os mecanismos de ação para efeito de abaixamento do colesterol incluem um aumento no receptor de LDL e uma diminuição da síntese de colesterol (BURSILL *et al.* 2001; BURSILL *et al.*, 2007; BURSILL e ROAOH, 2006 e BURSILL e ROAH, 2007).

Cerca de um terço das partes de alimentos produzidos para humanos fica perdido ou desperdiçado mundialmente, o que é cerca de 13 mil toneladas por ano (GUSTAVSSON *et al.*, 2011). Estes são, porém, uma incrível fonte de matérias-primas ou de substâncias de valor, e há, portanto, a necessidade de desenvolver novas tecnologias de recuperação de reutilização a fim de retirar valor agregado destes compostos que são descartados como resíduos (REIS *et al.*, 2012).

A extração é um passo importante para o isolamento, identificação e utilização de compostos de valor acrescentado a partir de plantas diferentes. O método Soxhlet, mais usado no cotidiano laboratorial, não é sempre utilizável para as extrações, pois o alto fator de degradação dos compostos alvos é comum (BIMARK *et al.*, 2012). Essas deficiências levaram à utilização de novas técnicas sustentáveis e inovadoras de extração, a qual normalmente envolvem menos tempo, água e energia, como o ultrassom (CARRERA *et al.*, 2012; HOSSAIN *et al.*, 2012; TABARAKI *et al.*, 2012).

A utilização do sistema ultrassom em tecnologia de alimentos para o processamento, preservação e extração de compostos tem evoluído, devido à diferença entre os métodos de extração, processamento e conservação de alimentos convencionais. O sistema ultrassom oferece uma série de vantagens em termos de rendimento, produtividade e seletividade, além de redução do uso de solventes químicos se tornando um dos principais “*eco friendly process*” (CHEMART e KHAN, 2011).

Essa técnica tem sido utilizada para extrair vários compostos orgânicos a partir de diferentes matrizes, incluindo antioxidantes de óleo de soja, jabuticabas e de cascas de laranja (CHUNG *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2010; LONDOÑO-LONDOÑO *et al.*, 2010), proteínas de cogumelos (CHEUNG *et al.*, 2012) e compostos fenólicos de resíduos de uvas (CASAZZA *et al.*, 2010).

Essa técnica sempre foi muito empregada como banho de limpeza, porém devido suas propriedades peculiares, começou a ser utilizada também na esterilização de materiais, homogeneização de soluções, soldagem, emulsificação, desgaseificação, na extração de compostos presentes em plantas (FREITAS, 2007;

LUZ, 1998; BARBOZA e SERRA, 1992), na extração de óleo de sementes de uva (FREITAS, 2007), extração de carvões e caracterização dos hidrocarbonetos poliaromáticos (LUZ, 1998), tendo uma aplicação bem diversificada. Essa técnica pode inclusive ser um método alternativo de extração ao Soxhlet, já que o ultrassom tem demonstrado capacidade equivalente ou até superior ao do extrator Soxhlet (EICEMAN *et al.*, 1980; BLANCO *et al.*, 1992; ESCRIVÁ *et al.*, 1994).

Ao que se refere às extrações em plantas, o ultrassom pode facilitar a dilatação e hidratação do material da planta e causar alargamento dos poros da parede celular, melhorando a inchação e a razão de transferência de massa e, ocasionalmente, quebra da parede celular, acarretando no aumento da eficiência e/ou redução do tempo de extração, assim como aumento na penetração do solvente (TOMA *et al.*, 2001; JACQUES, 2005).

No entanto, não existem estudos relatados na extração de compostos de valor acrescentado através de sistema ultrassom aplicados aos resíduos do chá. Portanto, a proposta do presente estudo foi a extração com ultrassom de catequinas presentes nos resíduos do chá verde utilizando-se para isso diferentes solventes, sendo eles: água, acetona, etanol, metanol e isopropanol.

MATERIAIS E MÉTODO

MATERIAIS

Chá verde em sachês da marca Mate-Leão[®]. Água destilada, isopropanol, acetona, etanol e metanol. Reativo de Folin-Ciocalteu, carbonato de sódio. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico.

PREPARO DAS AMOSTRAS

Os sachês de chá foram colocadas em 150 mL de água em ebulição durante 5 minutos, sem agitação e após esse tempo removido da solução de infusão. Na sequência as amostras foram secas em estufa com circulação de ar a 40°C.

INFLUÊNCIA DE SOLVENTE NA EXTRAÇÃO

As folhas secas de chá foram submetidas à extração com diferentes solventes. Os extratos foram preparados com 0,5 g de material seco utilizando 25 ml dos seguintes solventes extratores: água, acetona, etanol, metanol e isopropanol. Os extratos foram levados ao ultrassom por 5 minutos, nas condições de temperatura de 25°C, frequência 42 kHz e potência de 160 W.

Após definido o melhor solvente, o mesmo foi utilizado para extrações sem a utilização do ultrassom para efeitos de comparação, sendo retiradas alíquotas nos tempos de 5, 10, 15, 30, 60, 90 e 120 minutos.

O conteúdo de catequinas no extrato foi determinado espectrofotometricamente de acordo com o método de Folin-Ciocalteu (ROCKENBACH *et al.*, 2008), com carbonato de sódio a 20% e reativo de Folin-Ciocalteu (1N). O teor de catequina foi obtido utilizando a curva de calibração com solução padrão de catequina (100 mg L⁻¹) e a leitura realizada em espectrofotômetro a 755 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DETERMINAÇÃO DA CURVA PADRÃO

Foi possível verificar que a curva padrão passou pela origem e seguiu uma linearidade em relação às concentrações das amostras preparadas. A equação da reta para a curva padrão de catequina foi:

$$Abs = 0,0257 \times Conc \qquad R^2 = 0,9989 \quad Eq. 1$$

INFLUÊNCIA DO SOLVENTE NA EXTRAÇÃO

Após a extração e utilizando-se dos dados obtidos pela curva padrão pôde-se definir o melhor solvente extrator nas condições anteriormente mencionadas, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentração de catequinas verificadas em diferentes solventes

Solvente	Concentração Média de Catequina (mg L-1)
Água	43,04 ± 0,0674
Metanol	34,05 ± 0,1556
Etanol	14,88 ± 0,0810
Acetona	5,60 ± 0,6429
Isopropanol	1,62 ± 0,0225

Fonte: Autor

De acordo com as absorvâncias e concentrações analisadas verificou-se que a água se comportou como o melhor solvente extrator, acompanhada pelo metanol, etanol, acetona e isopropanol, confirmando os dados presentes na Literatura (AZEVEDO, 2014; ANDREO e JORGE, 2006).

A eficiência na extração está relacionada à polaridade dos solventes, já que as catequinas são antioxidantes pertencentes aos compostos fenólicos que possuem elevada polaridade, sendo por esse motivo extraídos por meio dos solventes já mencionados e ainda outros (ANDREO e JORGE, 2006; LIU *et al.*, 2000). Em relação aos solventes orgânicos, o metanol se comporta como melhor extrator, e aos solventes inorgânicos a água assume essa característica, pois esta é altamente polar sendo ainda considerada como um solvente universal.

É preciso salientar que a água quando associada à solventes orgânicos, ajuda a tornar o meio um pouco mais polar, favorecendo dessa forma a extração de

compostos fenólicos (LAPORNIK *et al.*, 2005; LIYANA-PATHIRANA e SHAHIDI, 2005).

O método Folin-Ciocalteu é muito utilizado para determinar a quantidade de fenóis totais contidos em extratos vegetais, baseando-se para isso na reação de um reagente colorimétrico com compostos fenólicos, submetido sequencialmente a uma medição em espectrofotômetro UV/Vis em um comprimento de onda específico. Esse reagente é constituído pela combinação dos ácidos fosfotungstíco e fosfomolibdico com compostos fenólicos, em condições alcalinas, promovendo a dissociação de um próton fenólico e formando o íon fenolato. Então este ânion reduz o reagente levando à formação dos complexos azul de molibdênio e azul de tungstênio (AZEVEDO, 2014; GONÇALVES, 2008; HUANG *et al.*, 2005)

EXTRAÇÕES COM E SEM O USO DO ULTRASSOM

Os resultados obtidos para as extrações realizadas com água sem a utilização do ultrassom e com o uso dessa técnica em diferentes tempos podem ser analisados no Gráfico apresentado na Figura 1.

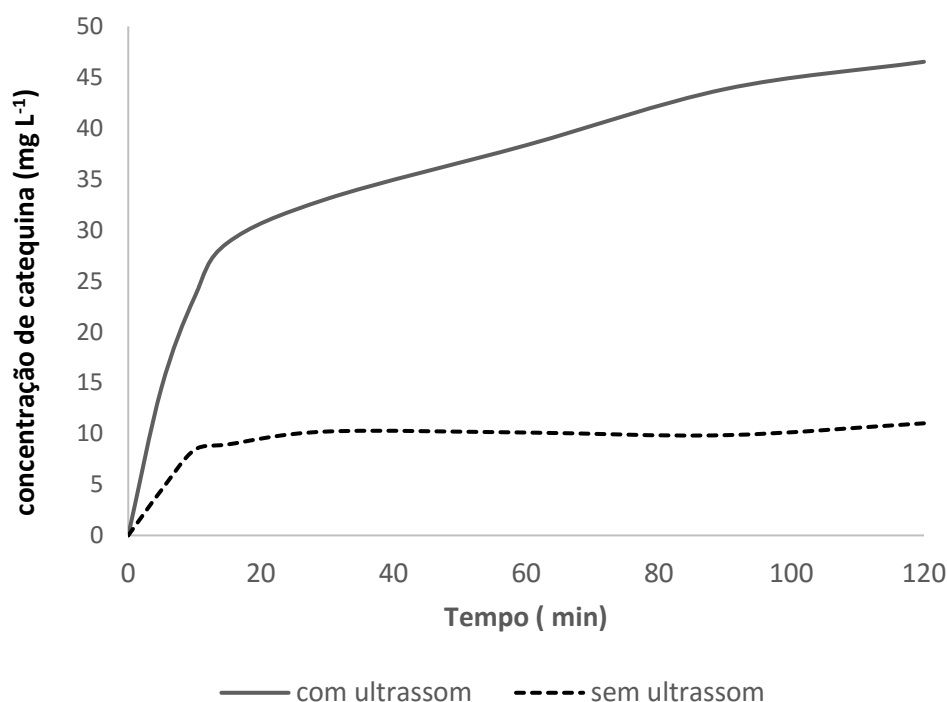


Figura 1 - Concentração de catequinas mg L⁻¹ verificadas utilizando água como solvente com e sem o uso de ultrassom em diferentes tempos

Comparando-se as extrações sem e com o uso do método ultrassom (Gráfico 1) pôde-se analisar que essa técnica possibilitou a extração de uma maior quantidade de compostos fenólicos, grupo ao qual pertencem as catequinas. Dessa forma, pôde-se constatar a eficiência desse método para extrações de catequinas nos resíduos de chá verde.

Essas análises foram realizadas utilizando somente a água como solvente pelo fato desta ter se comportado como melhor extrator e ainda não oferecer riscos à saúde.

A eficiência dessa técnica nas extrações de catequinas deve-se, em grande parte, ao fato de que o ultrassom promove, por meio de suas ondas sonoras, uma variação de pressão no líquido consequentemente produzindo cavitações (LUQUE-GARCÍA e DE CASTRO, 2003), o que aumenta a permeabilidade da parede celular, facilitando assim a penetração do solvente nas células vegetais e uma melhor extração dos compostos desejados (TOMA *et al.*, 2001; JACQUES, 2005; HUIE *et al.*, 2002) não se desconsiderando a influência do tempo, da temperatura, do solvente empregado e das características da amostra.

Outras técnicas convencionais como a extração por maceração e a supercrítica apresentam alguns aspectos negativos quando comparadas ao ultrassom. A maceração é utilizada principalmente quando os componentes ativos de uma determinada amostra apresentam o risco de sofrer alguma modificação, seja por influência do calor, do ar ou da solubilidade à temperatura ambiente, colocada na presença de um solvente não volátil (MIRANDA e CUÉLLAR, 2001), porém esse método apresenta como desvantagens a morosidade do processo, o que facilita para que os princípios ativos não sejam extraídos totalmente, além da probabilidade de contaminações ao se utilizar solventes contendo grandes quantidades de água (MELECCHI, 2005).

Já a extração supercrítica possui a capacidade de produzir extratos livres de resíduos, além de poder ser realizada em temperaturas baixas, o que promove a preservação qualitativa de compostos sensíveis à temperatura (ZANCAN *et al.*, 2002; ANDREO e JORGE, 2006), porém apresenta como grande inconveniente a alta pressão necessária para efetuar a operação, requerendo equipamentos de custo elevadíssimo, o que por sua vez acarreta o encarecimento do produto final (HARRERO *et al.*, 2006; ANDREO e JORGE, 2006).

Diante dos experimentos realizados, pôde-se verificar nesse que o ultrassom é uma técnica, de fato, muito eficiente. Para a obtenção dessa eficiência fez-se de grande importância a análise de aspectos fundamentais como a massa de soluto, a quantidade de solvente a ser utilizado e a polaridade dos mesmos e a definição do tempo ótimo para a extração, assim como a melhor metodologia a ser empregada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados neste trabalho pôde-se confirmar a eficiência da técnica ultrassom na extração de catequinas presentes nos resíduos de chá verde. Verificou-se ainda que dentre os diferentes solventes utilizados a água comportou-se como melhor solvente extrator de catequinas, fornecendo a vantagem de ser um solvente de baixo custo e sem toxicidade para humanos.

Application of an ultrasound process to extract catechins from green tea wastes

ABSTRACT

There is increasing need for industries to develop innovative technologies that in addition to being low cost, are also fast and provide high yields and efficiency, while at the same time avoiding adverse effects in the environment. One technique that conforms to these requirements is the use of ultrasound, which also offers ease of application and can be used in the extraction of compounds from leaves. The aim of the present work was to evaluate the efficiency of ultrasound in extracting catechins from green tea wastes, employing solvents with different polarities: water, acetone, ethanol, methanol, and isopropanol. The best extraction results were achieved using water as the solvent. Comparison was then made of extractions using water in the presence or absence of ultrasonication. The cavitation in the liquid medium, induced by the sound waves, acted to increase the permeability of the cell walls, leading to increased penetration of the solvent and greater extraction efficiency.

KEYWORDS: Green tea. Ultrasound. Catechins.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Paraná, pelo apoio na realização do trabalho e auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 2006, v.24, p.319-336.

AZEVEDO, H. I. V. **Composição química da folha e do caule de *Calamintha baetica***: Efeito do solvente na extração de compostos antioxidantes. 2014. 69 f. Dissertação de mestrado, Escola Superior Agrária de Bragança, Brasil, 2014.

BARBOZA, J. C. S.; SERRA, A. A. Ultra-som (I): Influência do Ultra-som na Química. **Química Nova**, 1992, v.15, p.302-316.

BIMARK, M.; RAHMAN, R. A.; TAIP, F. S.; ADZAHAN, N. M.; SARKER, M. Z. I.; GANJLOO, A. Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter melon (*benincasa hispida*) seed using response surface methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition. **Molecules**, 2012, v. 17, p. 11748-11762.

BLANCO, C. G.; PRADO, J. G.; GUILLEN, M. D.; BORREGO, A. G. Preliminary results of extraction experiments in an oil shale. **Organic Geochemistry**, 1992, v.18, p.313.

BURSILL, C.; ROACH, P. D.; BOTTEMA, C. D.; PAL, S. Green tea upregulates the lowdensity lipoprotein receptor through the sterol-regulated element binding protein in HepG2 liver cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2001, v. 49, p. 5639–5645.

BURSILL, C. A.; ABBEY, M.; ROACH, P. D. A green tea extract lowers plasma cholesterol by inhibiting cholesterol synthesis and upregulating the LDL receptor in the cholesterol-fed rabbit. **Atherosclerosis**, 2007, v. 193, p. 86–93.

BURSILL, C. A.; ROACH, P. D. Modulation of cholesterol metabolism by the green tea polyphenol (-)epigallocatechin gallate in cultured human liver (HepG2) cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2006, v. 54, p. 1621–1626.

BURSILL, C. A.; ROACH, P. D. A green tea catechin extract upregulates the hepatic low-density lipoprotein receptor in rats. **Lipids**, 2007, v. 42, p. 621–627.

CARRERA, C.; RUIZ-RODRÍGUEZ, A.; PALMA, M.; BARROSO, C. G. Ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from grapes. **Analytica Chimica Acta**, 2012, v. 732, p. 100-104.

CASAZZA, A. A.; ALIAKBARIAN, B.; MANTEGNA, S.; CRAVOTTO, G.; PEREGO, P. Extraction of phenolics from *Vitis vinifera* wastes using non-conventional techniques. **Journal of Food Engineering**, 2010, v.100, p.50-55.

CHEMART, F.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, 2011, v. 18, p. 813-835.

CHEUNG, Y. C.; SIU, K. C.; LIU, Y. S.; WU, J. Y. Molecular properties and antioxidant activities of polysaccharide–protein complexes from selected mushrooms by ultrasound-assisted extraction. **Process Biochemistry**, 2012, v.47, p.892-895.

CHUNG, H.; JI, X.; CANNING, C.; SUN, S.; ZHOU, K. Comparison of different strategies for soybean antioxidant extraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2010, v.58, p.4508-4512.

EICEMAN, G. A.; VIAU, A. C.; KARASEK, F. W. Ultrasonic extraction of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and other organic compounds from fly ash from municipal incinerators. **Analytic Chemistry**, 1980, v.52, p.1492.

ESCRIVÁ, C.; VIANA, E.; MOLTÓ, J. C.; PICÓ, Y.; MANES, J. Comparison of four methods for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in airborne particulates. **Journal of Chromatography A**, 1994, v.676, p.375.

FREITAS, L. D. S. **Desenvolvimento de procedimentos de extração do óleo de semente de uva e caracterização química dos compostos extraídos**. 2007. 205 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2007.

GONÇALVES, A. E. S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutos e polpas de frutas nativas e determinação de teores de flavonoides e vitamina C**. 2008. 88f. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil, 2008.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. Global Food Losses and Food Waste. **Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations**. (2011). Available at: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/GFL_web.pdf (accessed 22 December 2011).

HERRERO, M.; CIFUENTES, A.; IBANEZ, E. Sub and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: plants, food-by-products, algae and microalgae: a review. **Food Chemistry**, 2006, v.98, p.136-148.

HOSSAIN, M. B.; BRUNTON, N. P.; PATRAS, A.; TIWARI, B.; O'DONNELL, C. P.; MARTIN-DIANA, A. B.; BARRY-RYAN, C. Optimization of ultrasound assisted extraction of antioxidant compounds from marjoram (*Origanum majorana L.*) using response surface methodology. **Ultrasonics Sonochemistry**, 2012, v.19, p.582-590.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2005, v.53, p.1841–1856.

HUIE, C. W. A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medicinal plants. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 2002, v.373, p.23-30.

JACQUES, R. A. **Caracterização química da erva-mate (*Ilex paraguariensis*): aplicação de diferentes processos de extração e influência das condições de plantio sobre a composição química**. 2005. 139 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2005.

KHAN, N.; MUKHTAR, H. Tea polyphenols for health promotion. **Life Sciences**, 2007, v. 81, p. 519-533.

KURIYAMA, S. The relation between green tea consumption and cardiovascular disease as evidenced by epidemiological studies. **The Journal of Nutrition**, 2008, v. 138, p. 1548S–1553S.

LAPORNIK, B.; PROŠEK, M.; WONDRA, A. G. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. **Journal of Food Engineering**, 2005, v.71, p.214-501.

LIU, F. F.; ANG, C. Y.; SPRINGER, D. Optimization of extraction conditions for active components in *Hypericum perforatum* using surface methodology. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2000, v.48, p.3364-3371.

LIYANA-PATHIRANA, C.; SHAHIDI, F. Optimization of extraction of phenolics compounds from wheat using response surface methodology. **Food Chemistry**, 2005, v.93, p.45-56.

LONDOÑO-LONDOÑO, J.; DE LIMA, V. R.; LARA, O.; GIL, A.; PASA, T. B. C.; ARANGO, G. J.; PINEDA, J. R. R. Clean recovery of antioxidant flavonoids from

citrus peel: Optimizing an aqueous ultrasound-assisted extraction method. **Food Chemistry**, 2010, v.119, p.81-87.

LUQUE-GARCIA, J. L.; DE CASTRO, M. L. Ultrasound: a powerful tool for leaching. **Trends in Analytical Chemistry**, 2003, v.22, p.41-47.

LUZ, L. P. D. **Estudo do Ultra-Som Como Técnica de Extração de Carvões e Caracterização dos Hidrocarbonetos Poli aromáticos**. Dissertação de Mestrado 1998. 98 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 1998.

MELECCHI, M. I. S. **Caracterização química de extratos de *Hibiscus tiliaceus* L: estudo comparativo de métodos de extração**. 2005. 197 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2005.

MIRANDA, M.; CUÉLLAR, A. **Farmacognosia y Products Naturales**. 1.ed. La Habana – Cuba: Editorial Felipe Varela, 2001.

REIS, I. A.; SANTOS, S. B.; SANTOS, L. A.; OLIVEIRA, N.; FREIRE, M. G.; PEREIRA, J. F.; VENTURA, S. P. M.; COUTINHO, J. A. P.; SOARES, C. M. F.; LIMA, Á. S. Increased significance of food wastes: Selective recovery of added-value compounds. **Food Chemistry**, 2012, v. 135, p. 2453-2461.

ROCKENBACH, I. I.; SILVA, G. L.; RODRIGUES, E.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades *Tannate Ancelota*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2008, v.28, p.238-244.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of antioxidant compounds from Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) skins: Yield, composition and economical evaluation. **Journal of Food Engineering**, 2010, v.101, p.23–31.

TABARAKI, R.; HEIDARIZADI, E.; BENVIDI, A. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel antioxidants by response surface methodology. **Separation and Purification Technology**, 2012, v.98, p.16-23.

TOMA, M.; VINATORU, M.; PANIWNKY, L.; MASON, T. J. Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, 2001, v.8, p.137-142.

VUONG, Q. V.; GOLDING, J. B.; NGUYEN, M.; ROACH, P. D. Extraction and isolation of catechins from tea. **Journal of Separation Science**, 2010, v. 33, p. 3415–3428.

VUONG, Q. V.; STATHOPOULOS, C. E.; NGUYEN, M. H.; GOLDING, J. B.; ROACH, P. D. Isolation of green tea catechins and their utilization in the food. **Industry Food Reviews International**, 2011d, v. 27, p. 227–247.

ZANCAN, K. C.; MARQUES, M. O.; PETENATE, A. J.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin with CO₂ and co-solvents: a study of the antioxidant action of the extracts. **The Journals of supercritical fluids**, 2002, v.24, p.57-76.

Recebido: 03 fev. 2016.

Aprovado: 19 jun. 2016.

DOI: 10.14685/rebrapa.v7n3.3724

Como citar:

OLIVEIRA, R. S. et al. Aplicação de processo ultrassom na extração de catequinas dos resíduos de chá verde. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n.3, p. 29-40, set./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Carlos Eduardo Barão

Instituto Federal do Paraná - Campus Paranavaí, CEP 87703-536 - Paranavaí – PR, Brasil

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

