AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS NO PROCESSAMENTO DE SUCO DE CAQUI

Thaís Estéfane Fischer (BIC/FA), Rafaela Gomes da Silva, Alessando Nogueira, Aline Alberti (Orientador), e-mail: alinealberti@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos.

Ciências e Tecnologia de Alimentos/ Tecnologia de Alimentos

Palavras-chave: *Diospyros kaki* L., compostos bioativos, tecnologia de frutas.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito na composição fenólica e atividade antioxidante de sucos de caqui integrais submetidos a tratamentos de pasteurização e ultrassom. Análises físico-químicas foram realizadas para caracterização dos sucos obtidos (pH, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável total, densidade, viscosidade e cor), e análises de compostos fenólicos (fenóis totais e flavonoides) e atividade antioxidante (DPPH, FRAP, ABTS e CUPRAC). Os tratamentos realizados reduziram a viscosidade e elevaram levemente a densidade dos sucos, não afetaram o teor de sólidos solúveis, porém reduziram os parâmetros de cor analisados, com exceção à tonalidade das amostras. Os teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante foram superiores na amostra submetida ao tratamento com ultrassom. O tratamento somente com aparelho ultrassônico 60% obteve resultados mais próximos à amostra controle com relação às características físico-químicas e concentrações superiores das classes fenólicas e atividade antioxidante.

Introdução

O caqui (*Diospyros kaki* L.) é originário da Ásia e produção global de caqui em 2017 foi em torno de 5,75 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2018). O processamento do caqui é uma forma de reduzir o desperdício de frutos que não seriam comercializados *in natura*. Além disso, é uma rica fonte de compostos bioativos que apresentam efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes, podendo resultar em benefícios para a saúde humana (VEBERIC et al., 2010; FU et al., 2016).

A pasteurização é um tratamento empregado para auxiliar na conservação dos alimentos, inclusive sucos, por meio de tratamento térmico. Novas tecnologias no processamento de alimentos têm sido buscadas, como a utilização de aparelhos ultrassônicos como alternativa no tratamento de alimentos líquidos e bebidas, objetivando a segurança microbiológica e a melhoria das características físico-químicas (OJHA et al., 2018).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da pasteurização e do ultrassom na composição fenólica e atividade antioxidante de sucos de caqui integrais.

Material e Métodos

Foram utilizados caquis da cultivar Fuyu adquiridos no comércio local do município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Os frutos após serem higienizados e sanitizados (hipoclorito de sódio a 200ppm) passaram por uma despolpadeira. A polpa obtida foi despectinizada com

ISSN 1676-0093

pectinase (45°C/1 hora) e filtrada em malha de poliestireno. Esta amostra foi denominada *controle*, e foi subdividida nos seguintes tratamentos: pasteurização a 80°C/20 min (amostra *Past 80°C*), pasteurização a 60°C/20 min (amostra *Past 60°C*), tratamento com dispositivo ultrassônico (amplitude de 60%, 68 µm) durante 20 min (amostra *US 60%*) e tratamento com dispositivo ultrassônico (amplitude de 60%, 68 µm) por 20 min seguido de pasteurização a 60°C/20min (amostra *Past + US*). A pasteurização das amostras foi realizada em banho-maria com as garrafas de vidro fechadas hermeticamente, enquanto que o tratamento com ultrassom foi realizado em equipamento ultrassônico a 25ºC (frequência 20 kHz, potência 500 W) acoplado com probe de 13 mm. A amplitude utilizada foi de 60 % (68 µm).

As amostras de suco foram caracterizadas a partir das análises de pH, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável segundo AOAC (2016) expressa em g ácido málico/100 g, densidade e viscosidade (20,0 ± 1,0 °C). Os parâmetros L*, a* e b* foram obtidos a partir da análise em colorímetro digital, e a partir destes foram determinados os valores de Chroma (C*) e ângulo Hue (hº).

A caracterização fenólica das amostras foi realizada a partir da quantificação dos compostos fenólicos totais (SINGLETON e ROSSI, 1965) e flavonóides totais (ZHISHEN, MENGCHENG e JIANMING, 1999). A atividade antioxidante *in vitro* foi determinada a partir das metodologias de DPPH e FRAP adaptada por Alberti et al. (2014), ABTS (RE et al., 1999) e CUPRAC (APAK et al., 2008).

Todos os dados obtidos foram tratados estatisticamente e apresentados como média e desvio padrão. As análises estatísticas (ANOVA, teste de médias de Fisher LSD e correlação de Pearson) foram realizadas no software STATISTICA 13.2 (Stat-Soft Inc., Tulsa, OK, USA).

Resultados e Discussão

A caracterização físico-química dos sucos de caqui submetidos a diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 1. Não foram observadas diferenças significativas entre o pH da amostra controle e da amostra tratada com ultrassom 60%, enquanto que as amostras submetidas somente a pasteurização apresentaram uma acidez estatisticamente superior.

Os tratamentos com ultrassom e a pasteurização elevaram levemente a densidade dos sucos, o que pode ser resultante da redução das partículas vegetais e da quebra das cadeias de pectina. As amostras submetidas à pasteurização a 80ºC e a combinação da pasteurização e tratamento com ultrassom resultaram em uma viscosidade estatisticamente inferior, o que pode estar relacionada à redução da massa molar da pectina (ZHENG et al., 2018; SESHADRI et al., 2003).

Tabela 1 – Análises físico-químicas dos sucos de caqui submetidos a diferentes tratamentos.

Análises	Controle	Past 80°C	Past 60°C	US 60%	Past + US
pH	$4,86^{a} \pm 0,01$	$4,72^{b} \pm 0,01$	$4,74^{b} \pm 0,01$	$4,86^{a} \pm 0,01$	$4,73^{b} \pm 0,01$
Acidez (g/100g)	$0,13^{ab} \pm 0,01$	$0,14^{a} \pm 0,00$	$0,14^{a} \pm 0,01$	$0,13^{b} \pm 0,01$	$0,13^{ab} \pm 0,00$
Sólidos Solúveis (ºBrix)	$16,9^{ab} \pm 0,1$	$17,2^{a} \pm 0,1$	$16,7^{b} \pm 0,2$	$17,0^{ab} \pm 0,2$	$16,9^{ab} \pm 0,1$
Viscosidade (mPa.s)	$134^{a} \pm 14$	$112^{a} \pm 9$	$86^{b} \pm 19$	$124^{a} \pm 20$	$102^{b} \pm 14,$
Densidade (g/cm³)	$1,07^{d} \pm 0,00$	$1,07^{bc} \pm 0,00$	$1,07^{cd} \pm 0,00$	$1,08^{ab} \pm 0,00$	$1,08^{a} \pm 0,00$

Nota: Letras diferentes entre as colunas indicam diferença significativa entre os experimentos ($p < 0,05$). Past 80ºC: pasteurização a 80ºC/20 min; Past 60ºC: pasteurização a 60ºC/20 min; US 60%: ultrassom a 60%/20 min; Past + US: ultrassom a 60%/20 min seguido de pasteurização a 60ºC/20 min.

Os dados da análise de cor são apresentados na Tabela 2. Os valores de luminosidade (L*), intensidade de cor (C) e cromaticidade vermelho/verde (a*) e

amarelo/azul (b*) foram maiores para a amostra controle. Foi observado uma redução significativa nos parâmetros L*, C, a* e b* após o tratamento com aparelho ultrassônico e com a pasteurização, enquanto que a tonalidade aumentou significativamente com os tratamentos.

Tabela 2 - Parâmetros de cor para sucos de caqui.

Parâmetro	Controle	Past 80°C	Past 60°C	US 60%	Past+ US
L*	$33,42^{a} \pm 0,02$	$22,80^{e} \pm 0,01$	$31,17^{b} \pm 0,01$	$29,13^{c} \pm 0,01$	$26,00^{d} \pm 0,01$
a*	$30,68^{a} \pm 0,02$	$28,13^{e} \pm 0,01$	$30,15^{b} \pm 0,03$	$30,13^{c} \pm 0,01$	$29,52^{d} \pm 0,02$
b*	$57,49^{a} \pm 0,06$	$39,27^{e} \pm 0,04$	$53,66^{b} \pm 0,06$	$50,08^{c} \pm 0,06$	$44,78^{d} \pm 0,03$
C	$65,16^{a} \pm 0,07$	$48,30^{e} \pm 0,03$	$61,55^{b} \pm 0,05$	$58,44^{c} \pm 0,06$	$53,64^{d} \pm 0,03$
hº	$28,09^{e} \pm 0,02$	$29,34^{d} \pm 0,03$	$35,61^{a} \pm 0,04$	$31,04^{c} \pm 0,03$	$33,40^{b} \pm 0,03$

Nota: Letras diferentes entre as colunas indicam diferença significativa entre os experimentos ($p < 0,05$).

Os resultados da quantificação da composição fenólica e atividade antioxidante são apresentados na Tabela 3. Os maiores teores de compostos fenólicos totais e flavonóis foram observados para a amostra submetida somente a ultrassom e amostra controle, enquanto que para flavonoides foi observado um aumento no teor da amostra tratada com ultrassom, possivelmente devido ao processo de ultrassom, o qual, pelo efeito da cavitação, libera formas ligadas de compostos fenólicos da parede celular. Para as amostras submetidas à pasteurização foi notada uma redução no teor destes compostos, possivelmente devido à série de reações de degradação resultantes de reações não oxidativas de isomerização e clivagem (AADIL et al., 2013; LI et al., 2013; VAN DER SLUIS; DEKKER; VAN BOEKEL, 2005).

Tabela 3 – Atividade antioxidante dos sucos de caqui submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamento	Fenóis totais (mg GAE/L)	Flavonoides (mg CTE/L)	DPPH (µmol TE/L)	ABTS (µmol TE/L)	FRAP (µmol TE/L)	CUPRAC (µmol TE/L)
Controle	$984^{ab} \pm 11$	$239^{b} \pm 9$	$3436^{a} \pm 108$	$5439^{ab} \pm 282$	$4698^{a} \pm 260$	$12994^{b} \pm 360$
Past 80ºC	$724^{d} \pm 37$	$218^{c} \pm 11$	$2953^{c} \pm 72$	$4404^{d} \pm 477$	$3734^{c} \pm 284$	$12540^{bc} \pm 283$
Past 60ºC	$908^{bc} \pm 49$	$243,^{b} \pm 3$	$3215^{b} \pm 55$	$4721^{cd} \pm 298$	$4200^{b} \pm 113$	$12936^{b} \pm 515$
US 60%	$1016^{a} \pm 66$	$265^{a} \pm 14$	$3413^{a} \pm 57$	$5583^{a} \pm 375$	$4943^{a} \pm 209$	$14694^{a} \pm 67$
Past + US	$843^{c} \pm 44$	$237^{bc} \pm 13$	$2999^{c} \pm 62$	$5040^{bc} \pm 174$	$3785^{c} \pm 265$	$12218^{c} \pm 422$

Nota: Letras diferentes entre as linhas indicam diferença significativa entre os experimentos ($p < 0,05$).

Os compostos fenólicos totais e os flavonoides totais apresentaram uma elevada correlação significativa ($p \leq 0,05$) com a atividade antioxidante pelo método de DPPH ($r = 0,85$; $r = 0,61$, respectivamente), FRAP ($r = 0,87$; $r = 0,7$, respectivamente), ABTS ($r = 0,87$; $r = 0,63$, respectivamente) e CUPRAC ($r = 0,65$; $r = 0,7$, respectivamente).

Conclusão

O tratamento utilizando aparelho ultrassônico resultou em amostras com maiores teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante e características físico-químicas mais próximas à amostra controle (sem tratamento). Enquanto que os tratamentos utilizando a pasteurização resultaram em uma leve redução na composição fenólica e consequentemente na atividade antioxidante do suco. Com relação às características físico-químicas, resultados estatisticamente inferiores de viscosidade foram observados no tratamento com pasteurização a 60ºC e na combinação do tratamento com ultrassom e pasteurização. Sendo assim, o tratamento com resultados mais satisfatórios foi obtido utilizando apenas o equipamento de ultrassom a 60%.

ISSN 1676-0093

Agradecimentos
Agradeço à Universidade Estadual de Ponta Grossa pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento do projeto, à Fundação Araucária pela bolsa concedida, à professora doutora Aline Alberti pelas orientações, ao GTM pelo apoio e ao Departamento de Engenharia de Alimentos.

Referências

AADIL, R. M.; ZENG, X. A.; HAN, Z.; SUN, D. W. Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 3201-3206, 2013.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 20 Ed. Gaithersburg, MD, 2016.

ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A. A.; ZARDO, D. M.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A.; MAFRA, L. I. Optimization of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 149, p. 151-8, 2014.

APAK, R.; GUCLU, K.; OZYUREK, M.; CELIK, S. E. Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. **Microchimica Acta**, v. 160, p. 413-419, 2008.

FAOSTAT, Food Agriculture Organization of the United Nations; **Statistical database**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 27/06/2018.

FU, L.; LU, W.; ZHOU, X. Phenolic compounds and in vitro antibacterial and antioxidant activities of three tropic fruits: persimmon, guava, and sweetsop. **BioMed research international**, v. 2016, 2016.

LI, N.; TAYLOR, l. S.; FERRUZZI, M. G.; MAUER, L. J. Color and chemical stability of tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate in solution and solid states. **Food Research International**, n. 53, p. 909-921, 2013.

OJHA, K. S.; TIWARI, B. K.; O'DONNELL, C. P. Effect of ultrasound technology on Food and Nutritional Quality. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 6, p. 207-240, 2018.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231-1237, 1999.

SESHADRI, R., WEISS, J., HULBERT, G. J., MOUNT, J. Ultrasonic processing influences rheological and optical properties of high-methoxyl pectin dispersions. **Food Hydrocolloids**, v. 17, n. 2, p. 191-197, 2003.

SINGLETON, V.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphobolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. v. 14, p. 144-158, 1965.

VAN DER SLUIS, A. A.; DEKKER, M.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice. 3. Stability during Storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1073 – 1080, 2005.

VEBERIC, R., JURHAR, J., MIKULIC-PETKOVSEK, M., STAMPAR, F., SCHMITZER, V. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 477-483, 2010.

ZHENG, J., ZENG, R., KAN, J., ZHANG, F. Effects of ultrasonic treatment on gel rheological properties and gel formation of high-methoxyl pectin. **Journal of food engineering**, v. 231, p. 83-90, 2018.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**. v. 64, n. 4, p. 555-559, 1999.