



# AVALIAÇÃO DE POLIFENÓIS, ATIVIDADE ANTIBACTERIANA, PH E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÓLEO E ÁGUA DO RESÍDUO DE SUCO DE MAÇÃ.

D.H. Kreutz<sup>1</sup>, V. Sant'Anna<sup>2</sup>, M. R. S. Nunes<sup>3</sup>

1-Área da Vida e Meio Ambiente – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Campus Encantado – CEP: 95960-000 – Encantado – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 3751-3376– e-mail: ([danielkreutz@hotmail.com](mailto:danielkreutz@hotmail.com))

2-Área da Vida e Meio Ambiente – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Campus Encantado – CEP: 95960-000 – Encantado – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 3751-3376– e-mail: ([voltaire-santanna@uergs.edu.br](mailto:voltaire-santanna@uergs.edu.br))

3-Área da Vida e Meio Ambiente – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Campus Encantado – CEP: 95960-000 – Encantado – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 3751-3376– e-mail: ([marta-nunes@uergs.edu.br](mailto:marta-nunes@uergs.edu.br))

**RESUMO** – Considerando a necessidade de mais informações científicas para utilização em larga escala do bagaço de maçã, o presente trabalho visa caracterizar dois resíduos sólidos orgânicos provenientes do processamento de suco de maçã. Para tanto, a casca e a torta do processamento do suco foram analisadas quanto à concentração de polifenóis, pH, capacidade de absorção de óleo e água e quanto à presença de compostos com atividade antibacteriana. Os resultados indicam alta manutenção de compostos fenólicos totais, ácidos fenólicos, flavonóis e taninos condensados em ambos os resíduos. A capacidade de absorção de água e óleo se mostraram similares a outros resíduos de frutas previamente analisados. O pH dos resíduos se mostraram ácidos, com valores menores que 5,0. Nas condições analisadas, o extrato aquoso de ambos os resíduos não apresentaram capacidade de inibir bactérias patogênicas. Assim, o resíduo de maçã tem importantes propriedades para ser utilizado na indústria de alimentos.

**ABSTRACT** – Considering the need for more scientific information for large-scale use of apple pomace, the present work aims to characterize two solid organic residues from the processing of apple juice. For this purpose, the juice processing skin and cake were analyzed for polyphenol concentration, pH, oil and water absorption capacity and for the presence of compounds with antibacterial activity. The results indicate high maintenance of total phenolic compounds, phenolic acids, flavonols and tannins condensed in both residues. The water and oil absorption capacity were similar to other fruit residues previously analyzed. The pH of the residues was shown to be acidic, with values less than 5.0. Under the conditions analyzed, the aqueous extract from both residues did not have the capacity to inhibit pathogenic bacteria. Thus, the apple residue has important properties to be used in the food industry.

**PALAVRAS-CHAVE:** bagaço de maçã; polifenóis; resíduos.

**KEYWORDS:** Apple pomace; polyphenols; residue.

## 1. INTRODUÇÃO

Muitos estudos vêm sendo realizados, relacionando o consumo de polifenóis a efeitos anti-inflamatórios, prevenção a doenças coronárias, sequestro de radicais livres, prevenção da oxidação do DNA, além de outras propriedades que conferem aos alimentos ricos nesses compostos, a capacidade de prevenir doenças e melhorar a saúde dos seres humanos (Knasmüller et al., 2009; Lopes-Oliva et al., 2010). Também há estudos que comprovam que os polifenóis podem estar associados à matriz alimentar, principalmente as fibras, conferindo a



elas características funcionais distintas em relação à saúde humana (Saura-Calixto, 2011; Kapassakalidis et al., 2006).

O processamento de maçãs tem grande importância econômica principalmente na região da Serra e dos Campos de Cima da Serra no sul do Brasil. A utilização de enzimas no processamento industrial de maçã é fundamental, para quebrar as substâncias pécnicas que deixam o suco turvo, transformando-o em um suco límpido e com viscosidade adequada para as etapas posteriores do processamento (Nogueira e Wosiacki, 2012). Porém esta etapa do processo elimina cerca de 20% dos compostos fenólicos do suco (Renard et al, 2001). O processamento industrial de maçãs resulta em um suco com poucos fenóis e com somente 3 a 10% da atividade antioxidante do fruto intacto (Cetkovic et al., 2008). Devido ao fato da maioria dos compostos fenólicos permanecerem no bagaço, este pode ser utilizado como uma fonte de compostos bioativos, devido a sua atividade antioxidante, na indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética (Cao et al., 2009).

Considerando que há grande quantidade de resíduo do processamento da fruta no Rio Grande do Sul e seu potencial utilização na alimentação humana, o objetivo desse estudo é avaliar a concentração de compostos fenólicos no resíduo da produção do suco de maçã, oriundas de uma indústria de processamento no Rio Grande do Sul, e aproveitamento como fonte importante de nutrientes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de resíduos de maçã foram coletadas em indústria de processamento da Serra Gaúcha no Rio Grande do Sul. Foram utilizados resíduos da casca e da torta. Os resíduos da casca foram coletados logo após o processo de turbo processamento inicial, onde há a separação inicial das cascas, sementes, pedúnculo e partes rígidas do endocarpo. Os resíduos da torta foram coletados após o processamento no decanter, estes resíduos são oriundos do processo pós enzimação, e apresenta uma massa mais homogênea e fina que os resíduos da casca, pois já passaram por alguns processos industriais. As amostras foram liofilizadas, trituradas em processador de facas, peneiradas em malha de 5mm e mantidas à -18°C ao abrigo da luz até o momento das análises.

A extração dos compostos fenólicos do resíduo liofilizado foi realizada conforme Larrauri *et al* (1997), em que amostras de 1g do resíduo da maçã se mantiveram sequencialmente em solução metanólica 50% (v/v) por 1h e em solução de acetona 70% (v/v) por 1h. Os extratos foram analisados quanto ao seu teor de polifenóis totais pelo método de *Folin-Ciocalteu* descrito por Singleton e Rossi (1965), através de reação com reagente de *Folin-Ciocalteu* e solução de carbonato de sódio saturada, realizando posteriormente a leitura de absorbância a 765nm em espectrofotômetro UV/VIS. Para quantificação foi empregada curva padrão com solução de ácido gálico e o teor de polifenóis totais foi expresso em mg de ácido gálico equivalente (AGE) por 100g de resíduo de maçã liofilizado (mg AGE/100g bs). Para a determinação de flavonóis e ácidos fenólicos, o método foi realizado conforme Mazza *et al* (1999) em que os extratos foram misturadas com etanol 95% acidificada com 0,1% (v/v) de HCl e solução aquosa de HCl de 2% (v/v) e posterior leitura de absorbância a 360nm (para flavonóis) e 320nm (para ácidos fenólicos) em espectrofotômetro UV/VIS, mg de epicatequina equivalente por mL (mg EE/100g bs ) para os flavonóis, e mg de ácido caféico equivalente por mL (mg ACE/mL ) para os ácidos fenólicos. A determinação do teor de taninos condensados foi feita de acordo com Price *et al* (1978), em que os extratos atuam com solução etanólica de Vanilina 1% (m/v) e posterior leitura de absorbância é realizada em espectrofotômetro UV/VIS a 500 nm. Os resultados são expressos em miligramas de catequina equivalente por 100g de resíduo de maçã (mg CE/100g bs).

Para a análise de capacidade antibacteriana do resíduo, foi utilizada a metodologia de difusão em ágar (Kimura et al, 1998). Alíquotas de 20 µL de extratos aquosos de 1g de resíduo liofilizado foi mantido em água destilada fervente (~ 98°C) por 15 min) (Caxambú et al., 2016) foram depositadas sobre suspensões

padronizadas em  $10^8$  unidades formadoras de colônias por mililitro de *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Bacillus cereus* ATCC14579, *Listeria monocytogenes* ATCC7644, e *Escherichia coli* ATCC25922 espalhadas uniformemente sobre ágar Plate Count Agar (PCA). Após incubação a 37 °C por 24 horas foi verificada a presença de halos de inibição.

As análises de umidade e pH foram realizadas segundo método sugerido pelo Instituto Adolf Lutz (2008). A capacidade de absorção de óleo e água foi determinada de acordo com Rosell, Santos e Collar (2009). A capacidade de ligação ao óleo/água ou a quantidade de óleo/água retidos pela fibra foi medida e expressa em gramas de óleo ou água por gramas de amostra seca.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a concentração de compostos polifenólicos totais, ácidos fenólicos, flavonóis e taninos condensados do resíduo de maçã liofilizado são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Polifenóis totais, ácidos fenólicos, flavonóis e taninos condensados no resíduo de maçã liofilizado.

	<b>Polifenóis totais (mg AGE/100g bs)</b>	<b>Ácidos fenólicos (mg ACE/100g)</b>	<b>Flavonóis (mg EE/100g bs)</b>	<b>Taninos condensados</b>
<b>Casca</b>	1.979.879,13+169415,42	701,36±50,63	432.238,75±6502,43	701,36±50,63
<b>Torta</b>	2.045.821,39+39469,09	275,89±79,75	122.510,11±1718,95	275,89±79,76

Os dados mostram que o resíduo de maçã liofilizado apresentou valores próximos a 2.000.000 mg AGE/100g bs de compostos de polifenóis totais para casca e torta. Para os ácidos fenólicos 701 e 276 mg ACE/100g bs na casca e torta respectivamente. Os flavonóis encontrados na casca e torta foram 432.239 e 122.510 mg EE/100g bs respectivamente e para Taninos condensados 701 mg CE/100g bs na casca e 276 mg CE/100g bs na torta. Os resultados dos polifenóis totais obtidos a partir do resíduo de maçã liofilizado tanto para casca quanto para torta se mantiveram com resultados equivalentes. Já para os ácidos fenólicos, flavonóis, e taninos condensados, o resíduo avaliado a partir da casca da maçã, se apresenta com valores maiores, fato este já relatado acima e é devido à torta ser proveniente já de um resíduo após operações industriais, de enzimação e centrifugação, e devido à sensibilidade destes compostos obtiveram-se valores menores.

Maçãs e seus produtos contêm quantidades significativas de compostos fenólicos (Khanizadeh et al., 2008), que desempenham um papel importante na manutenção da saúde humana, devido ao efeito preventivo contra vários tipos de doenças como o câncer, doenças cardiovasculares, diabetes e neuropatias (Shahidi, 2012). Dentre as principais classes de compostos fenólicos encontrados em maçãs, destacam-se os ácidos fenólicos e os flavonoides. Sendo os representantes dos ácidos fenólicos, os ácidos hidroxicinâmicos e hidroxibenzóicos e, os flavan-3-óis (epicatequina, catequina e OH 21 procianidinas), antocianinas, flavonóis (quercetina) e dihidrochalconas (floretilina e floridzina) representantes dos flavonóides (Awad et al., 2000). O ácido 5-cafeoilquínico e ácido p-coumaroilquínico são os principais ácidos fenólicos encontrados em maçãs; epicatequina, catequina, procianidinas (B1 e B2), glicosídeos de quercetina, antocianinas e floridzina são os principais flavonóides (Khanizadeh et al., 2008; Tsao et al., 2005). Tsao et al. (2005) relataram que entre os principais fenóis encontradas em maçãs, cianidina-3-galactosídeo e procianidinas têm atividade antioxidante três vezes maior e duas vezes maior, respectivamente, do que epicatequina e glicosídeos de quercitinas.

Os resultados de umidade, pH, absorção de água, óleo, e halo de inibição para microrganismos são mostradas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados de umidade, pH, absorção de água, absorção de óleo e halo de inibição em resíduo de maçã liofilizado.

	Umidade (%b.u.)	pH	Absorção de água (%)	Capacidade de absorção de óleo (%)	Halo de inibição <sup>1</sup>
<b>Casca</b>	6,87+ 0,0018	4,11±0,08	12,98± 0,15	4,51± 0,02	0
<b>Torta</b>	21,43+ 0,0010	4,91±0,01	9,40± 0,12	4,38± 0,006	0

<sup>1</sup> Testado em duplicata nos microorganismos: *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*.

Os resultados de umidade estão coerentes, pois a casca é composta de resíduos com granulometria maior que a torta, facilitando o processo de secagem, e conseqüentemente apresentou (casca) um valor de umidade menor. A capacidade de absorção de água foi de 12,98%± 0,15% para a casca e de 9,40%± 0,12% para a torta. Resultados similares foram encontrados para farinhas de aveia, banana, feijão branco, linhaça dourada e marrom, soja, trigo integral e branca, e uva. Um dos parâmetros relacionados à capacidade de absorção de água é o teor de fibras solúveis, sendo diretamente proporcional (Porte et al., 2011). A capacidade de absorção de óleo foi de 4,51%± 0,02% para a casca e de 4,38%± 0,0% para a torta. A Capacidade de Absorção de Óleo está relacionada, principalmente, à ligação de partes proteicas da amostra às moléculas do óleo (Melo et al., 2016). A boa absorção de óleo pode contribuir para retenção de sabor e para a melhoria da palatabilidade do produto. Farinhas com altos índices de absorção em óleo tendem a ter boa incorporação em produtos cárneos, massas de bolos e molhos (Rodríguez-Ambriz et al., 2005).

O valor de pH, também está menor na casca, fato relacionado a presença em maior quantidade de ácido málico presente na maçã, mais presente na casca do que na torta o qual os processos de extração já retiraram uma quantia desta substância.

Os resultados para análise de atividade antimicrobiana dos resíduos de maçã liofilizada mostraram ausência de halos de inibição. Estes resultados podem estar relacionados com a ausência de compostos com esta capacidade, ou baixa concentração nas condições utilizadas na extração.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão o presente estudo indica que o resíduo de maçã liofilizado apresentou importante concentração de compostos fenólicos em sua composição. Os resultados obtidos indicam baixa concentração de compostos com atividade anti-bacteriana neste resíduo. A partir dos resultados, é possível concluir que o resíduo de maçã liofilizado, tanto da torta quanto da casca possui um alto valor nutricional em relação aos polifenóis, que, apesar de a tecnologia de liofilização ainda ser de alto custo, garante ao produto que características e importantes fontes de nutrientes sejam mantidas, havendo possibilidade de utilizar este produto como alimento aos seres humanos e agregando valor para a indústria processadora.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2000. v. 2. cap 30, met. 968.11, p. 4.  
Awad, M. A., De Jager, A., & Van Westing, L. M. (2000). Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Scientia Horticulturae*, 83 (3-4), 249-263.

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de  
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

- CAO, X., WANG, C.; PEI, H.; SUN, B. Separation and identification of polyphenols in apple pomace by high-speed counter-current chromatography and high-performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, v. 1216, n. 19, p. 4268-4274, 2009.
- CAXAMBU, Sabrina et al. Evaluation of the antimicrobial activity of pecan nut [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch] shell aqueous extract on minimally processed lettuce leaves. *Food Sci. Technol* (Campinas), Campinas, v. 36, supl. 1, p. 42-45, July 2016
- CETKOVIC, G.; CANADANOVIC-BRUNET, J.; DJILAS, S.; SAVATOVIC, S.; MANDIC, A.; TUMBAS, V. Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, v. 109, n. 2, p. 340-347, 2008.
- Chen, G.L., Chen, S.G., Xiao, Y., & Fu, N.L. (2018). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 30 flowers. *Industrial Crops & Products*, 111, 430-445.
- GUYOT, S., SERRAND, S.; LE QUÉRE, J. M.; SANONER, P.; RENARD, C. M. G. C. Enzymatic synthesis and physicochemical characterisation of phloridzin oxidation products (POP), a new water-soluble yellow dye deriving from apple. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 8, n. 3, p. 443-450, 2007.
- IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4. ed.) São Paulo: IAL.
- IBARZ, A.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. *Deshidratación y Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*, Lancaster, Basel, 1999.
- KAPAKASAKASALIDIS, P.G.; RASTALL, R.A. et al. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 16, p.144-58, 1965.
- KHANIZADEH, S.; TSAO, R.; REKIKI, D.; YANG, R.; CHARLES, M. T.; VASANTHA RUPASINGHE, H. P. Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 21, n. 5, p. 396-401, 2008.
- Kimura, H., Sashihara, T., Matsusaki, H., Sonomoto, K., & Ishizaki, I. (1998). Novel bacteriocin of *Pediococcus* sp. ISK-1 isolated from well-aged bed of fermented rice bran. *Annals New York Academy of Sciences*, New York, v.864.
- KNASMÜLLER, S.; DEMARINI, D. M. et al. *Chemoprevention of Cancer and DNA Damage by Dietary Factors*, 2009.
- Larrauri, J.A., Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.45, p. 1390-1393.
- LIAPIS, A.I., MILLMAN, M.J., MARCHELLO, J.M. An Analysis of the Lyophilization Process Using a Sorption-Sublimation Model and Various Operational Policies. *AIChE Journal*, v. 31, n. 10, p. 1594-1604, 1985.
- LOPEZ-OLIVA, M. E.; AGIS-TORRES, A. et al. Grape antioxidant dietary fibre reduced apoptosis and induced a pro-reducing shift in the glutathione redox state of the rat proximal colonic mucosa. *Br. J. Nutr.*, 103, p. 1110-1117, 2010.
- Mazza, G., Fukumoto, L., Delaquis, P., Girard, B., & Ewert, B. (1999). Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 47, p. 4009-4017.
- Mello, L. M. R. (2016). *Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015*. Brasília, DF: EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-davitivinicultura-brasileira-em-2015>.
- NOGUEIRA, A., WOSIACKI, G. Apple Cider Fermentation. In Hui, Y. H.; ÖZGÜL EVRANUZ, E. (Eds.), *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology* Boca Raton, USA: CRC Press, 2012. pp. 209-236.
- Porte, A., Silva, E. F., Almeida, V. D. S., Silva, T. X. & Porte, L. H. M. (2011). Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita sp*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13( 1), 91-96.
- Price, M. L., Scoyoc, A. V., & Butler, L. G. (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26 (5), 1214-1218.

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



[www.officeeventos.com.br](http://www.officeeventos.com.br)



- RENARD, C. M. G. C.; BARON, A.; GUYOT, S.; DRILLEAU, J. F. Interactions between apple cell walls and native apple polyphenols: quantification and some consequences. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 29, n. 2, p. 115-125, 2001.
- Rodríguez-Ambriz, S. L., Martínez-Hernández, G., González, J. E. C., Trujillo, J.P.P. (2005). Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. *Plants Foods for Human Nutrition*, v. 60, 99-107.
- SAURA-CALIXTO, F. Dietary Fiber as a Carrier of Dietary Antioxidants: An Essential Physiological Function. *J. Agric. Food Chem*, 59, p. 43–49, 2011.
- SHAHIDI, F. Nutraceuticals, functional foods and dietary supplements in health and disease. *Journal of Food & Drug Analysis*, v. 20, p. 226-230, 2012.
- SHAHIDI, F.; NACZK, M. *Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications*. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1995.
- Singleton VL, Rossi JA 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16: 144-158.
- SPANOS, G. A.; WROLSTAD, R. E. Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage—a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 40, n. 9, p. 1478–1487, 1992.
- TREUTTER, D. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. *Plant Growth Regulation*, v. 34, n. 1, p. 71-89, 2001.
- TSAO, R.; YANG, R.; XIE, S.; SOCKOVIE, E.; KHANIZADEH, S. Which polyphenolic compounds contribute to the total antioxidant activities of apple. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, n. 12, p. 4989-4995, 2005.
- VANZANI, P.; ROSSETTO, M. RIGO, A.; VRHOVSEK, U.; MATTIVI, F.; AMATO, E.; SCARPA, M. Major phytochemicals in apple cultivars: Contribution peroxyl radical trapping efficiency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, p. 3377-3382, 2005.