



Atividade antioxidante de plantas alimentícias não convencionais e seu uso para a elaboração de nuggets veganos

Antioxidant activity of unconventional plants and its use in vegan nuggets

Luciano de Souza Ramos¹, Gabriela Aparecida Gnoatto, Jaqueline Iohana Tavares², Mateus Pasqualotto³, Bruno Henrique Fontoura⁴, Solange Teresinha Carpes⁵

RESUMO

A busca por alimentos mais saudáveis e nutritivos tem crescido expressivamente nos últimos anos, diante disso a indústria de alimentos tem intensificado suas pesquisas e aumentado a produção de produtos voltados para esse público. A rica biodiversidade de plantas no Brasil nos oferece a oportunidade de explorar o potencial nutritivo de hortaliças não convencionais, como o dente-de-leão e a ora-pró-nobis. Essas plantas apresentam um alto valor nutricional, fácil cultivo e de baixo custo, o que a torna uma adição valiosa para produtos vegetarianos e veganos. A adição de antioxidantes naturais em alimentos processados ajuda a prevenir ou inibir a formação de malonaldeído, produto da reação de oxidação lipídica, muito comum em produtos alimentícios. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antioxidante de extratos de dente-de-leão, ora-pro-nóbis e pimenta Jamaica. Foi objetivo também, elaborar quatro formulações de nuggets veganos contendo essas plantas e avaliar a inibição da oxidação lipídica dos nuggets embalados com filme PVC durante 45 dias armazenados sobre refrigeração à 2 °C. Os extratos etanólicos das plantas possuem significativa atividade antioxidante entretanto não conferiam essa capacidade aos nuggets, uma vez que não inibiram a formação de malonaldeído em nuggets embalados com filme de PVC, ou seja foi ineficaz na inibição da oxidação lipídica durante os 45 dias de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: antioxidante; panacs, veganos.

ABSTRACT

The search for healthier and more nutritious foods has grown significantly in recent years, and the food industry has intensified its research and increased the production of products aimed at this audience. The rich biodiversity of plants in Brazil allows us to explore the nutritional potential of unconventional vegetables, such as dandelion and ora-pro-nobis. These plants have a high nutritional value, are easy to grow and have a low cost, which makes them a valuable addition to vegetarian and vegan products. Adding natural antioxidants to processed foods helps prevent or inhibit malonaldehyde formation, a product of the lipid oxidation reaction, which is very common in food products. Therefore, this work aimed to evaluate the antioxidant activity of dandelion, ora-pro-nóbis and Jamaica pepper extracts. The objective was also to develop four formulations of vegan nuggets containing these plants and evaluate the inhibition of lipid oxidation of nuggets packaged with PVC film for 45 days stored under refrigeration at 2 °C. The ethanolic extracts of plants have significant antioxidant activity. However, they did not confer this capacity to the nuggets since they did not inhibit the formation of malonaldehyde in nuggets packaged with PVC film. That is, they were ineffective in inhibiting lipid oxidation during the 45 days of storage.

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: lucianoramos@alunos.utfpr.edu.br ID Lattes: 0339912850938466 .

² Bolsista do CNPq. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: jaquelinetavares@alunos.utfpr.edu.br ID Lattes: 6602184166536291

³ Voluntário. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: pasqualotto@alunos.utfpr.edu.br ID Lattes: 0010450419243128.4

⁴ Bolsista do CAPES. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: bruno-hf@hotmail.com ID Lattes: 5780542370960224 .

⁵ Departamento de Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: carpes@utfpr.edu.br. ID Lattes: 9503908091137375



KEYWORDS: antioxidants; panacs; vegans.

Introdução

Nos últimos anos, a busca por alimentos mais saudáveis e nutritivos tem crescido significativamente (CASTRO et al., 2023). Diante disso a indústria de alimentos tem intensificado suas pesquisas e aumentado a produção de produtos voltados para os públicos vegetariano e vegano (JONES; BURTON, 2023).

A rica biodiversidade de plantas no Brasil nos oferece a oportunidade de explorar o potencial nutritivo de hortaliças não convencionais, como o dente de leão (RODRIGUES; SPENCE, 2023). Esta planta apresenta alto valor nutricional, fácil cultivo e baixo custo, o que a torna uma adição valiosa para produtos vegetarianos e veganos.

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) pertencente à família Cactaceae também é apreciada por seu alto valor nutritivo e versatilidade culinária, sendo uma fonte importante de proteínas, vitaminas e minerais (Nogueira Silva et al., 2023).

A pimenta-da-Jamaica é cultivada e utilizada na culinária de países com condições climáticas favoráveis (VELÁZQUEZ SILVA et al., 2021). Suas notas aromáticas lembram uma combinação de canela, cravo e noz-moscada (KAITHAL et al., 2023). Os extratos vegetais são reconhecidos por suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antifúngicas (CHIOCCHIO et al., 2021).

Além das plantas a embalagem também tem suma importância, uma vez que, seu uso minimiza os efeitos deteriorantes da carne, a as oxidações e por fim, proteja-o de danos biológicos, químicos e físicos (Panseri et al., 2018). Dentre os inúmeros materiais utilizados para fabricação de embalagens, os poliméricos são considerados os mais relevantes. O PVC é o terceiro polímero mais produzido no mundo.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana dos extratos de dente-de-leão, ora-pro-nóbis e pimenta-da-Jamaica, elaborar formulações de nuggets veganos contendo adição dessas plantas e avaliar a atividade antioxidante e a oxidação lipídica dos nuggets durante 45 dias armazenados sobre refrigeração de -12 °C embalados com filme de PVC.

Materiais e Métodos

As folhas do dente-de-leão e ora-pró-nobis foram coletadas na área experimental da UTFPR, campus Pato Branco. A pimenta-da-Jamaica foi adquirida em comércio local na cidade de Pato Branco. As plantas foram liofilizadas e moídas para o preparo dos extratos e na elaboração dos nuggets.

Os extratos foram preparados separadamente com 2,0 g de cada planta em tubos Falcon com 30 mL de etanol 80%. A mistura foi homogeneizada em vórtex e posteriormente colocada em um banho-maria a 80 °C por 1 hora. Após isso os extratos foram filtrados e armazenados em freezer a -12 °C para as análises de atividade antioxidante.

A determinação de compostos fenólicos foi feita através do método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton *et al.* (1999). Os resultados foram expressos em mg. 100 g⁻¹ (EAG: Equivalente em ácido gálico).

A atividade antioxidante pelo método ABTS foi realizada de acordo com Gulcin (2020) e os resultados foram expressos em mM TE g⁻¹ (TE: Trolox equivalente).



A medida da atividade sequestrante do radical DPPH foi realizada de acordo com Öztürk; kolayli, (2016). O antioxidante sintético Trolox foi utilizado para curva padrão e os resultados foram expressos em mM TE g⁻¹. Neste estudo, a atividade antioxidante pelo método do DPPH também foi expressa em termos de EC₅₀, que é a capacidade mínima do extrato necessária para reduzir em 50% o radical DPPH, e foi expresso em mg/mL. Pelo método FRAP se deu de acordo com Singleton et al. (1999). Uma curva padrão de sulfato ferroso foi preparada e os resultados da atividade antioxidante foram expressos em mM Fe⁺² g⁻¹.

A atividade antibacteriana dos extratos foi avaliada utilizando *B. subtilis* e *E. coli*. A concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM) de extratos vegetais, foi determinada pelo método de microdiluição utilizando placas de 96 poços contendo BHI (Brain Heart Infusion) (OSTROSKY et al., 2008). As microplacas foram incubadas a 37°C por 24 h. As concentrações testadas do óleo essencial variaram de 66,66 mg mL⁻¹ a 1,04 mg mL⁻¹. Cloranfenicol (1,2 µg/mL) e etanol 80% (v/v) foram utilizados respectivamente como controle positivo e negativo.

Os nuggets veganos foram elaborados com 4 formulações (Tabela 1), posteriormente embalados com filme PVC e armazenados sob refrigeração.

Para análise TBARS foram colocadas 5 g de nuggets em tubos Falcon com a adição de solução de ácido tricloro acético e tetrametoxipropano de acordo com Heath; Packer (1968). Os tubos foram deixados em banho maria a 95 °C por 40 min, após o resfriamento as absorbâncias foram lidas no espectrofotômetro a 538 nm e o resultado expresso em mg de malonaldeído por Kg de amostra.

Tabela 1 - Formulações utilizadas na elaboração dos nuggets.

Ingredientes (%)	F1	F2	F3	F4
Grão de Bico	67	61	49	61
Ora-pro-nóbis – liofilizado	0	6	6	0
Pimenta da Jamaica	0	0	6	0
Dente-de-leão liofilizado	0	0	6	6
Farinha de Linhaça marrom	5	5	5	5
Farinha de Aveia	17	17	17	17
Castanha do Pará	5	5	5	5
Óleo de coco	3	3	3	3
Azeite de oliva	3	3	3	3
Sal	1	1	1	1
Temperos	2	2	2	2

Fonte: Autoria própria

F1:Nuggets de controle; F2: Nuggets com ora-pro-nóbis; F3: Nuggets com ora-pro-nóbis, dente-de-leão e pimenta-da-Jamaica; F4:Nuggets com dente-de-leão.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos estão expressos na Tabela 2.



A ora-pro-nóbis apresentou um teor de CFT de $12,07 \pm 0,46$ mg EAG g^{-1} e atividade antioxidantes de $325,75 \pm 6,00$ mM ET g^{-1} , $18,12 \pm 1,02$ mM ET g^{-1} e $192,96 \pm 0,93$ mM $Fe^{2+}g^{-1}$ para os testes de ABTS, DPPH e FRAP respectivamente. O extrato etanólico de dente-de-leão foi superior ao extrato de ora-pró-nóbis em todas as análises realizadas nesse estudo com exceção do teste de oxidação do ferro (FRAP). Neste estudo o extrato de dente de leão apresentou um teor de CFT de $31,44 \pm 1,09$ mg EAG g^{-1} e pelos métodos de ABTS e DPPH de $393,426 \pm 42,15$ mM ET g^{-1} , $64,13 \pm 22,03$ mM ET g^{-1} , respectivamente. Para o de leão o valor de FRAP foi de $55,43 \pm 0,51$ mM $Fe^{2+}g^{-1}$.

Tabela 2 - Atividade antioxidante dos extratos etanoicos de Ora-pro-nóbis, Dente de leão e pimenta-da-Jamaica

	CFT (mg EAG g^{-1})	ABTS (mM ET g^{-1})	DPPH (mM ET g^{-1})	FRAP (mM $Fe^{2+}g^{-1}$)	EC ₅₀ (mg mL^{-1})
Ora-pro-nóbis	$12,07 \pm 0,46^*$	$325,75 \pm 6,00$	$18,12 \pm 1,02$	$192,96 \pm 0,93$	2,35
Dente de leão	$31,44 \pm 1,09$	$393,42 \pm 42,15$	$64,13 \pm 22,03$	$55,43 \pm 0,51$	35,55
Pimenta da Jamaica	$2,25 \pm 1,06$	-	-	$258,12 \pm 13,42$	42,92

Fonte: Autoria própria, 2023.

*Média das triplicatas com seus respectivos desvios padrões. EAG: Equivalente ácido gálico. ET. Equivalente Trolox®

O extrato de pimenta-da-Jamaica apresentou um teor de CFT de $2,25 \pm 1,06$ mg EAG g^{-1} e o FRAP foi de $258,12 \pm 13,42$ mM $Fe^{2+}g^{-1}$. Os valores de EC₅₀ obtidos nesse trabalho foram de $2,35$ mg mL^{-1} para ora-pro-nóbis, $42,92$ mg mL^{-1} para pimenta-da-Jamaica e $35,55$ mg mL^{-1} para o dente de leão.

Nas concentrações testadas ($66,66$ mg mL^{-1} a $1,04$ mg mL^{-1}), pimenta-da-Jamaica inibiu a *E.a coli* na concentração de $66,66$ mg mL^{-1} enquanto que o *B. subtilis* foi inibido em concentração > de $66,66$ mg mL^{-1} . A ora-pro-nóbis mostrou eficiência contra as bactérias testadas, apresentando uma CIM de $\geq 4,16$ mg mL^{-1} contra a *E. coli* e CBM na mesma concentração. A ora-pró-nóbis apresentou CIM e CBM contra o *B. subtilis* em concentrações > $66,66$ mg mL^{-1} .

Para o dente-de-leão na concentração $\geq 66,66$ mg mL^{-1} houve atividade inibitória e bactericida contra *Escherichia coli*, enquanto que o *Bacillus subtilis* não apresentou inibição nas concentrações de extrato testados no estudo.

Os valores médios de TBARS dos nuggets aumentaram ao longo dos 45 dias de armazenamento e variaram de $14,12$ a $39,64$ mg de MDA/ Kg de amostra, o que indica ineficiência da embalagem de filme PVC e das plantas para inibir a oxidação lipídica dos nuggets veganos armazenados a 2 °C.

Tabela 3: Análise de TBARS expresso em mg MDA/ Kg de nuggets armazenados no tempo de 0, 15, 30 e 45 dias à 2 °C.

	Tempos de estocagem (dias)			
	0	15	30	45
F1	$12,39 \pm 11,03$	$18,51 \pm 5,62$	$30,15 \pm 3,09$	$26,11 \pm 26,13$
F2	$14,66 \pm 9,07$	$22,63 \pm 10,95$	$30,39 \pm 9,78$	$42,93 \pm 9,86$
F3	$14,59 \pm 0,96$	$15,68 \pm 4,67$	$39,48 \pm 5,21$	$47,63 \pm 7,03$
F4	$14,82 \pm 3,35$	$19,34 \pm 9,05$	$25,94 \pm 0,59$	$30,98 \pm 0,57$
Média	$14,12 \pm 6,10$	$19,04 \pm 7,57$	$31,49 \pm 4,67$	$39,64 \pm 10,89$

Fonte: Autoria própria.



F1:Nuggets de controle; F2: Nuggets com ora-pro-nóbis; F3: Nuggets com ora-pro-nóbis, dente-de-leão e pimenta-da-Jamaica; F4:Nuggets com dente-de-leão. MDA: malonaldeído

Milani et al. (2010) mostrou em seu estudo de oxidação lipídica em extratos hidroetanólicos de (caqui) Quioto e Rama Forte em carne de frango um valor de 5,91 mg malonaldeído/kg 14^o dia, bem inferiores ao encontrado no presente estudo, onde o alto teor de MDA formado durante o armazenamento deixa os nuggets veganos contendo as plantas não convencionais impróprio para o consumo.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que os extratos etanoicos das plantas exibiram expressiva capacidade antioxidante e altos valores de CFT, destacando-se a ora-pro-nóbis, seguidos da pimenta da Jamaica e dente-de-leão.

O extrato de ora-pro-nóbis apresentou caráter bactericida e bacteriostático contra a bactéria *E. coli*, já os extratos etanoicos da pimenta-da-Jamaica e dente-de-leão não apresentaram atividade inibitória e nem bactericida contra as bactérias testadas.

Apesar dos extratos etanoicos das plantas apresentarem resultados satisfatórios quanto ao teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, estes compostos não foram capazes de inibir a oxidação lipídica dos nuggets contendo essas plantas e que foram embalados com filme PVC durante os 45 dias de armazenamento a – 2 °C.

Diante disso o presente trabalho evidencia a importância de maiores estudos sobre o tipo de embalagem adequada para embalar os nuggets veganos contendo plantas não convencionais que serão armazenados em temperatura de refrigeração.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UTFPR, CNPq e Fundação Araucária

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse

REFERÊNCIAS

Castro, E., Kelly, N. R., & Budd, E. L. Healthcare provider-delivered healthy eating recommendations among U.S. Hispanic/Latino adults. **Preventive Medicine Reports**, 33(102216), 102216. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2023>.

Gulcin, İ. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. **Archives of Toxicology**, 94(3), 651–715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>, 2020.

Jones, E., & Burton, A. E. Exploring vegan mothers' experiences of making food choices for infants and young children. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, 55(9), 624–633. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2023.06.003>. 2023.



Kaithal, Poonam & Jain, Prashant & Archana, & Verma, Preetam. Comparative analysis of synthesized silver nanoparticles using *Madhuca longifolia* and *Pimenta dioica*, for their antibiofilm activities Selection and peer-review under responsibility of the scientific committee of the International Conference on Nanotechnology for Sustainable Living and Environment. **Materials Today: Proceedings**. 10. 12-168. 10.1016/j.matpr.2022.12.168, 2022.

Milani, Liana & Terra, Nelcindo & Fries, Leadir & Rezer, Ana & Ferreira, Sabrina & Cichoski, Alexandre & Valente, Carlos. Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico. **Brazilian Journal of Food Technology**. 13. 242-250. 10.4260/BJFT2010130400033, 2011.

Nogueira Silva, N. F., Silva, S. H., Baron, D., Oliveira Neves, I. C., & Casanova, F. *Pereskia aculeata* Miller as a novel food source: A review. **Foods (Basel, Switzerland)**, 12(11), 2092. <https://doi.org/10.3390/foods12112092>, 2023.

Ostrosky, E. A., Mizumoto, M. K., Lima, M. E. L., Kaneko, T. M., Nishikawa, S. O., & Freitas, B. R. Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia: Orgao Oficial Da Sociedade Brasileira de Farmacognosia*, 18(2), 301–307. <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2008000200026>, 2008.

Panseri, S., Martino, P. A., Cagnardi, P., Celano, G., Tedesco, D., Castrica, M., Balzaretto, C., & Chiesa, L. M. (2018). Feasibility of biodegradable based packaging used for red meat storage during shelf-life: **A pilot study. Food Chemistry**, 249, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem>, 2017.

Rodrigues, H., & Spence, C. (2023). Looking to the future, by studying the history of edible flowers. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, 34(100805), 100805. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs>, 2023.

Saral, Ö., Yildiz, O., Aliyazicioğlu, R., Yuluğ, E., Canpolat, S., Öztürk, F., & Kolaylı, S. Apitherapy products enhance the recovery of CCL4-induced hepatic damages in rats. **Turkish journal of medical sciences**, 46(1), 194–202. <https://doi.org/10.3906/sag-1411-35>, 2016.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Oxidants and Antioxidants**, Part A (p. 152–178). Elsevier, 1999.

Velázquez Silva, A., Robles Yerena, L., & Barrera Necha, L. L. Chemical profile and antifungal activity of plant extracts on *Colletotrichum* spp. isolated from fruits of *Pimenta dioica* (L.) Merr. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 179(104949), 104949. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2021.104949>, 2021.