

MICROENCAPSULAÇÃO E EXTRAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DA *Capsicum frutescens*

C. A. SANTOS¹, T. P. V. B. DIAS¹, J. C. C. SANTOS¹ e L. F. OLIVEIRA¹

¹ Universidade Federal de São João Del Rei
E-mail para contato: cassia.aquino.santos@gmail.com

RESUMO – A pimenta *Capsicum frutescens* é rica em compostos bioativos como carotenoides, compostos fenólicos, dentre eles os capsaicinóides, e vitamina C. Devido à presença destes compostos, à ingestão da pimenta são relatados diversos benefícios à saúde como, redução do estresse oxidativo e processo inflamatório, entre outros. Este estudo objetivou avaliar os métodos de extração dos compostos bioativos da *Capsicum frutescens* utilizando diferentes óleos vegetais (milho, girassol e canola) e temperaturas (60, 70 e 80°C), bem como a microencapsulação do extrato que obteve maior retenção de compostos bioativos. Os extratos obtidos foram caracterizados quanto ao rendimento, teor de sólidos solúveis, carotenoides, teor de compostos fenólicos e acidez. A extração com o óleo de milho a 80°C se mostrou a mais eficiente, uma vez que reteve a maior quantidade de carotenoides ($82,59 \pm 2,28 \mu\text{g/g}$ extrato) comparado aos outros extratos. A microencapsulação deste extrato foi realizada, no entanto, esta apresentou um baixo rendimento ($19,94\% \pm 2,17$). Na extração houve preservação parcial dos carotenoides e compostos fenólicos e na microencapsulação houve preservação da vitamina C.

1. INTRODUÇÃO

A pimenta *Capsicum frutescens*, popularmente conhecida como Malagueta, contém uma série de compostos benéficos à saúde, tais como carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos, dentre eles os capsaicinóides. Os benefícios atribuídos a esses compostos bioativos são inúmeros, tais como, redução do estresse oxidativo e processo inflamatório, auxílio na digestão e pode atuar no combate à diabetes, amigdalite aguda e dor lombar. Os capsaicinóides tem atividade antibiótica, reduz os níveis de colesterol do sangue, diminuindo o risco de doenças cardiovasculares, são potentes analgésicos, anti-inflamatórios e antioxidantes (Lee *et al.*, 2005; Montero, 2007; Guarnani *et al.*, 2015).

O maior consumo da Malagueta é na forma de produtos de alto valor agregado, porém o processamento da pimenta pode levar a degradação de boa parte de seus compostos bioativos. A extração mais comum é a extração com solventes orgânicos, entretanto, existem restrições legislativas propondo a eliminação do uso de solventes orgânicos em processos de extração (Santos, 2013). Com isso, a extração utilizando óleos comestíveis é uma alternativa para a substituição da extração com solventes, pois o óleo é atóxico e a técnica é de baixo custo.

Após a extração dos compostos bioativos há ainda a necessidade de garantir a estabilidade destes, sendo a microencapsulação uma excelente alternativa para este fim. O método feito pela secagem por atomização gera produtos de alta qualidade. Dentre algumas

de suas vantagens podemos citar o controle da uniformidade da granulometria do produto, processo rápido e contínuo, maior estabilidade físico-química do produto obtido e baixos custos de processo (Leimann *et al.*, 2009; Oliveira e Petrovick, 2010).

Este trabalho objetivou avaliar o melhor método de extração da oleorresina da pimenta Malagueta, levando em consideração, principalmente, a maior preservação dos carotenoides e dos compostos fenólicos, dentre eles a capsaicina, além de promover a microencapsulação da oleorresina para melhor conservação destes compostos e facilidade de armazenamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Preparo da matéria-prima e extração do óleo da pimenta

As pimentas foram adquiridas na cidade de Araújos/MG e após a colheita, foram higienizadas e sanitizadas, seguindo com a secagem em estufa convectiva a 70°C por aproximadamente 24 horas. Para o armazenamento, descartou-se a haste e triturou todo o restante, mantendo-as em dessecador até o seu uso.

Os métodos de extração foram padronizados baseados na extração realizada por Guadarrama-Lezama *et al.* (2012), com modificações. As extrações foram conduzidas em triplicata seguindo um delineamento experimental com nove tratamentos utilizando 2 fatores de estudo: tipo de óleo (girassol, canola e milho) e temperatura de extração (60, 70 e 80°C). Após extração calculou-se o seu rendimento através da razão entre o peso final e o peso inicial do extrato.

2.2. Preparação da emulsão e secagem em Spray-Dryer

A emulsão (óleo em água), conforme Alves (2012), foi feita com o extrato não aquoso que obteve maior retenção dos compostos bioativos. O encapsulamento foi realizado em Mini-Spray-Dryer modelo MSDi 1.0 Labmaq (Ribeirão Preto, SP), com os parâmetros descritos por Guadarrama-Lezama *et al.* (2012). Os experimentos foram conduzidos em triplicata.

2.3. Caracterização do material in natura, do extrato não aquoso e do microencapsulado e análise estatística

A determinação do teor de umidade, conforme AOAC (2002), foi realizada para a pimenta seca; o teor de carotenoides (Higby, 1962, com modificações) e de compostos fenólicos (Singleton *et al.*, 1999) foi determinado para a pimenta seca, extratos não-aquosos e extrato microencapsulado; quantificou-se a vitamina C do extrato não-aquoso utilizado na microencapsulação e pó encapsulado, conforme método descrito por Strohecker e Henning (1967). Os extratos não-aquosos foram caracterizados também com relação aos sólidos solúveis, à densidade e acidez (Instituto Adolfo Lutz, 2005) e o extrato microencapsulado com relação à solubilidade (Cano-Chauca *et al.*, 2005, com modificações) e higroscopicidade (Tonon *et al.*, 2009). A eficiência da secagem foi calculada conforme Medeiros (2001).

Os resultados foram apresentados como média \pm desvio padrão, realizando-se a análise de variância (ANOVA) dos dados e, quando necessário, o teste de Tukey foi utilizado para

comparação das médias, com auxílio do programa Statistica 8.0 (Statistica, 2008). Estabeleceu-se um nível de significância de 5 %.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização da matéria-prima e dos extratos de pimenta

As pimentas Malagueta utilizadas como matéria-prima possuíam $69,83\% \pm 3,77$ de umidade, $110,77 \mu\text{g}$ de carotenoides/g de pimenta seca, e $3,50 \text{ mg EAG/g}$ pimenta seca de teor de compostos fenólicos, valores próximos aos encontrados por Jordão e Bonnas (1996) para a umidade, abaixo do encontrado por Moresco (2013) para o teor de compostos fenólicos e próximo ao encontrado por Braga *et al.* (2013) para teor de carotenoides totais.

Os resultados das análises de teor de carotenoides, sólidos solúveis, teor de compostos fenólicos, acidez e rendimento de extração dos extratos não-aquoso da pimenta foram avaliados através da análise de variância, e estão mostrados na Tabela 1. A partir desta pode-se observar, pela análise do p-valor, que os métodos de extração foram significativos somente para as variáveis respostas sólidos solúveis e carotenoides (p-valor $<0,05$), as respostas rendimento, acidez e compostos fenólicos não apresentaram diferença significativa (p-valor $>0,05$). Para comparação das médias das variáveis significativas, realizou-se o Teste Tukey.

Tabela 1 - Resultados das análises dos extratos e Teste de Tukey para comparação das médias que obtiveram diferenças significativas

Ext.	Óleo	T (°C)	Rendimento (%) (p-valor=0,10)	Sólidos Solúveis (%) (p-valor<0,01)	Carotenoides ($\mu\text{g/mL ext}$) (p-valor<0,01)	Acidez (g /100g) (p-valor=0,23)	C. F. (mg EAG/g ext) (p-valor=0,81)
1	G	60	$50,91 \pm 0,17$	$72,43 \pm 0,16^{bc}$	$60,76 \pm 4,18^{ab}$	$2,15 \pm 0,33$	$1,05 \pm 0,12$
2	C	60	$48,63 \pm 4,37$	$71,85 \pm 0,39^a$	$63,92 \pm 1,27^{ab}$	$2,22 \pm 0,50$	$1,07 \pm 0,23$
3	M	60	$47,61 \pm 2,25$	$72,18 \pm 0,25^{abc}$	$58,55 \pm 4,86^{ab}$	$2,41 \pm 0,32$	$1,05 \pm 0,20$
4	G	70	$50,51 \pm 2,84$	$72,48 \pm 0,13^c$	$56,17 \pm 8,39^a$	$3,08 \pm 1,27$	$0,96 \pm 0,01$
5	C	70	$50,23 \pm 1,35$	$72,00 \pm 0,10^{abc}$	$65,86 \pm 11,6^{ab}$	$1,99 \pm 0,44$	$0,92 \pm 0,17$
6	M	70	$52,05 \pm 0,30$	$72,25 \pm 0,13^{abc}$	$72,46 \pm 3,11^{bc}$	$2,14 \pm 0,33$	$1,12 \pm 0,19$
7	G	80	$50,80 \pm 0,45$	$72,48 \pm 0,11^c$	$73,67 \pm 1,27^{bc}$	$1,95 \pm 0,47$	$1,25 \pm 0,49$
8	C	80	$53,02 \pm 0,75$	$71,93 \pm 0,08^{ab}$	$70,84 \pm 4,65^{abc}$	$1,86 \pm 0,16$	$1,08 \pm 0,13$
9	M	80	$51,24 \pm 0,73$	$72,2 \pm 0,17^{abc}$	$82,59 \pm 2,28^c$	$1,86 \pm 0,17$	$1,03 \pm 0,09$

Onde, Ext.: Extrato; G: Girassol; C: Canola; M: Milho; T: Temperatura. C.F.: compostos fenólicos; EAG: equivalente em ácido gálico. Médias seguidas da mesma letra em uma mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Quando comparado com óleos comerciais ($0,3 \text{ g ác. ol./100 g}$) os extratos obtiveram maior acidez, o que pode ser justificado pela temperatura da extração, que provoca um aumento de ácidos graxos livres.

A diminuição do teor de compostos fenólicos dos extratos comparado ao encontrado na pimenta seca, justifica-se pela perda destes na extração, devido à sua volatilidade.

Para sólidos solúveis, os extratos 7 e 4 foram os que apresentaram maior teor, já o 2 é o que possui menor, não diferindo das médias de 3, 5, 6, 8 e 9. Isso indica a interferência do tipo de óleo usado para extração, sendo que extrações com o óleo de girassol obtiveram maior teor de sólidos solúveis, justificado pelo fato deste óleo possuir, naturalmente, um teor de sólidos solúveis (72,55%) maior que os óleos de canola (71,5%) e milho (71,9%).

Teores de carotenoides menores nos extratos comparados com a pimenta seca indica uma pequena perda no processo de extração, que pode ter sido causada pela oxidação destes devido à agitação constante por um período considerável no processo de extração. O extrato 9 foi o que apresentou maior teor de carotenoides e foi escolhido para a microencapsulação.

Guadarrama-Lezama *et al.* (2012) também obteve maiores níveis de carotenoides na extração de *Capsicum annum* com óleo de milho. Carotenoides são compostos apolares e tem afinidade com óleos e gorduras. O óleo de milho contém uma maior proporção de ácidos graxos saturados (12%) comparado com os outros óleos (canola - 6,98%, girassol - 10%) sendo o melhor, pois ácidos graxos saturados são mais dificilmente oxidados, protegendo assim os carotenoides da oxidação. (Zambiasi *et al.*, 2007; Guadarrama-Lezama *et al.*, 2012).

Com o extrato escolhido foram feitas análises de teor de umidade ($0,08 \pm 0,09$ %), vitamina C ($49,68 \pm 0,12$ mg/100g) e densidade ($0,96 \pm 0,05$ g/mL). O teor de vitamina C obtido no extrato, comparado com os valores encontrados por Valverde (2011) para a pimenta *Capsicum frutescens* seca, $121,5 \pm 0,30$ mg/100g demonstra possível perda desta vitamina no processo de extração, o que é justificável pelo fato desta ser hidrossolúvel, termolábil e é rapidamente oxidada quando exposta ao ar (Valverde, 2011).

3.2. Caracterização do extrato microencapsulado

Os resultados da caracterização do pó microencapsulado do extrato feito com óleo de milho à 80°C estão apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Média \pm desvio padrão do pó microencapsulado

Análise do pó	Média \pm Desvio Padrão
Carotenoides ($\mu\text{g} / \text{g}$ pó)	$3,85 \pm 0,85$
Compostos fenólicos (mg EAG / g pó)	$2,27 \pm 0,23$
Higroscopicidade (%)	$12,49 \pm 0,31$
Rendimento da encapsulação (%)	$19,94 \pm 2,17$
Solubilidade (%)	$102,22 \pm 2,37$
Vitamina C (mg / 100g pó)	$46,5 \pm 5,8$

Houve baixa retenção dos carotenoides na microcápsula, que podem ter sido perdidos, por exemplo, durante a preparação da emulsão e seu elevado tempo, pois a agitação provocou sua aeração, favorecendo a oxidação dos carotenoides.

O teor de compostos fenólicos no pó apresentou-se superior ao encontrado no extrato. Durante a microencapsulação observou-se uma perda do óleo vegetal do extrato pela câmara de secagem, pode ter ocorrido uma separação dos compostos fenólicos do óleo, levando a uma menor presença do óleo vegetal nas microcápsulas. O teor de vitamina C foi preservado e

apresentou baixa higroscopicidade, pontos positivos do encapsulado. O pó é totalmente solúvel em água, apresentando 102,22 % de solubilidade, o valor se encontra acima do 100% pelo erro embutido na análise, conforme observado na Tabela 2, houve um desvio padrão de 2,37% nesta análise.

4. CONCLUSÃO

A extração com uso de óleos vegetais se mostrou eficiente para extração dos compostos bioativos da pimenta Malagueta, sendo a extração com óleo de milho a 80°C a melhor, com maior preservação dos carotenoides. Foi possível microencapsular o extrato de pimenta, porém os parâmetros utilizados na secagem por Spray Dryer não se mostraram tão eficientes com relação à retenção de carotenoides e rendimento de secagem, apesar de alguns bons resultados, mostrando-se necessário o estudo da otimização desta técnica de secagem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. F. *Estudo da composição química, de atividades biológicas e microencapsulação do óleo essencial dos frutos de Pterodon emarginatus Vogel – Fbaceae (“sucupira”).* 120 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2012.
- AOAC. *Official methods of analysis of AOAC international.* 17. ed., Washington, 2002.
- BOURGOU, S.; BETTAIEB, I.; WANNES, W. A.; HAMROUNI, I.; LIMAM, F.; MARZOUK, B. Essential Oils, Phenolics, and Antioxidant Activities of Different Parts of Cumin (*Cuminum cyminum* L.). *J. Agric. Food Chem.*, v. 58, p. 10410–10418, 2010.
- BRAGA, T. R.; PEREIRA, R. C. A.; SILVEIRA, M. R. S.; SILVA, L. R.; SILVA, A. R.; OLIVEIRA M. M. T. Caracterização físico-química de progênies de pimentas cultivadas em Paraíba-CE. *Scientia Plena*, v. 9, n. 5, 2013.
- CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Oxford, v. 5, n. 4, p. 420-428, dez. 2005.
- GUADARRAMA-LEZAMA, A.Y.; DORANTES-ALVAREZ, L.; JARAMILLO-FLORES, M.E.; PÉREZ-ALONSO, C.; NIRANJAN, K.; GUTIÉRREZ-LÓPEZ, G.F.; ALAMILLA- BELTRÁN, L. Preparation and characterization of non-aqueous extracts from chilli (*Capsicum annuum* L.) and their microencapsulates obtained by spray-drying. *J. of Food Engineering*, v. 112, p. 29-37, 2012.
- GUARNANI, N.; GUPTA, M.; MEHTA, D.; MEHTA, B. K. Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents, and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.). *J. of Taibah University for Science*, p. 1-9, 2015.
- HIGBY, W.K. A simplified method for determination of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. *J. of Food Science*, 27, p. 42-49, 1962.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos.* 4 ed. São Paulo: IAL, 2005.

- JORDÃO, P.R.; BONNAS, D.S. Estudo das características físicas, físico-químicas e químicas de duas cultivares de pimenta, objetivando à industrialização. *Rev. Bras. de Análise de Alimentos*, v. 2, p. 36-37, 1996.
- LEE, S. J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, v. 91, p. 131–137, 2005.
- LEIMANN, F.V., GOLÇALVES, O. H., MACHADO, R.A.F.; BOLZAN, A. Antimicrobial activity of microencapsulated lemongrass essential oil and the effect of experimental parameters on microcapsules size and morphology. *Materials Science and Engineering*, 29, 430-436, 2009.
- MEDEIROS, M. F. D. *Influência da composição química dos materiais no desempenho do processo de secagem da polpa de frutas em leito de jorro*. Doutorado em Engenharia Química - Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2001.
- MONTERA, V. S. P. Benefícios dos Nutrientes Antioxidantes e seus Cofatores no Controle do Estresse Oxidativo e Inflamação na Insuficiência Cardíaca. *Rev. da SOCERJ*, v. 20, nº 1, p. 20-27, 2007.
- MORESCO, K. S. *Potencial antioxidante, efeito do processo de secagem e extração dos compostos bioativos de pimentas Capsicum*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2013.
- OLIVEIRA, O.W.; PETROVICK, P.R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. *Rev. Bras. de Farmacognosia*, 20, 641-650, 2010.
- SANTOS, P. *Extração de capsaicinóides da pimenta malagueta (Capsicum frutescens L.) usando CO2 supercrítico e ultrassom*. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2013.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; RAVENTÓS, R. M. L. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, v. 199, p. 152-178, 1999.
- STATISTICA. *Data Analysis Software System*, v.8.0, Stat-Soft, Inc., USA. 2008. Disponível em: <www.statsoft.com>.
- STROHECKER, R., HENNING, H.M. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 428p., 1967.
- TONON, R.V.; BRABET, C.; PALLET, D.; BRAT, P.; HUBINGER, M.D. Physicochemical and morphological characterization of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. *International J. of Food Science and Technology*, v. 44, p. 1950-1958, 2009.
- VALVERDE, R. M. V. *Composição bromatológica da pimenta malagueta in natura e processada em conserva*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga/BA, 2011.
- ZAMBIASI, R. C.; RZYBYLSKI, R.; ZAMBIASI M. W.; MENDONÇA, C. B. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. *B. CEPPA*, v. 25, p. 111-120, Curitiba/PR, 2007.