

Pimenta malagueta *in natura* e liofilizada: caracterização físico-química, centesimal, microbiológica e compostos bioativos

Chili peppers in natura and freeze-dried: physicochemical, proximate, microbiological and bioactive compounds characterization

Lúcia Mara dos Reis Lemos ¹, Maria Claudévânia Rabelo da Silva ², Clarissa Maia de Aquino ³, Érica Jamily do Nascimento Almeida ⁴, Sandra Maria Lopes dos Santos ⁵, Antonia Lucivânia de Sousa Monte ⁶

¹Mestre em Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, Ceará, lucia_mara15@hotmail.com. ²Graduada em Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará Limoeiro do Norte, claudevania123@gmail.com. ³Mestre em Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, clarissa_jbe@hotmail.com. ⁴Mestre em Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, ericaalmeida.nutri@gmail.com. ⁵Doutora em Engenharia Química, Pós-doutoranda, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, anisulivan@gmail.com. ⁶Doutora em Zootecnia/Produção e Melhoramento Animal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará Limoeiro do Norte, lucivaniaifce@gmail.com.

ARTIGO

Recebido: 15/10/2021
Aprovado: 14/03/2022

Palavras-chave:

Antioxidante
Fenólicos
Liofilização
Minerais

RESUMO

A pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) é destacada por seu conteúdo de macronutrientes e compostos bioativos, como vitaminas e compostos fenólicos com potencial antioxidante, sendo utilizada como especiaria na culinária brasileira. Este trabalho tem por objetivo analisar a composição físico-química, centesimal, mineral e microbiológica, além de quantificar compostos bioativos e a capacidade antioxidante de pimenta malagueta na forma *in natura* e liofilizada. As pimentas *in natura* e liofilizadas foram avaliadas quanto as suas características físico-químicas (pH, atividade de água, acidez titulável e sólidos solúveis totais), centesimal (proteína, lipídeos, umidade, cinzas, glicídios redutores e não-redutores e valor calórico) mineral (macro e microminerais) e microbiológica (coliformes totais, termotolerantes, bolores e leveduras e pesquisa de *Salmonella*). Foi observado que as pimentas malaguetas *in natura* e liofilizadas apresentaram boa composição nutricional, rica em compostos bioativos com potencial antioxidante. A secagem por liofilização não interferiu nos componentes avaliados.

ABSTRACT

Key words:

Antioxidant
Phenolics
Lyophilization
Minerals

Chilli pepper (*Capsicum frutescens* L.) is highlighted for its content of macronutrients and bioactive compounds, such as vitamins and phenolic compounds with antioxidant potential, being used as a spice in Brazilian cuisine. This work aims to analyze the physicochemical, proximate, mineral and microbiological composition, in addition to quantifying bioactive compounds and the antioxidant capacity of chilli pepper in natura and lyophilized form. Fresh and freeze-dried peppers were evaluated in terms of their physicochemical characteristics (pH, water activity, titratable acidity and total soluble solids), centesimal (protein, lipids, moisture, ash, reducing and non-reducing carbohydrates and caloric value) mineral (macro and microminerals) and microbiological (total coliforms, thermotolerants, molds and yeasts and *Salmonella* research). It was observed that the chilli peppers in natura and freeze-dried showed good nutritional composition, rich in bioactive compounds with antioxidant potential. Drying by lyophilization did not affect the components evaluated.

INTRODUÇÃO

Dentre as variedades de pimentas, a malagueta (*Capsicum frutescens* L.) é uma das mais conhecidas e utilizadas no Brasil. Ela pertence à família das Solanáceas, apresenta coloração

verde antes do seu amadurecimento e torna-se vermelha após a maturação, atinge em média 3 cm de comprimento e de 0,4 a 5 cm de largura. As pimentas pertencentes a este gênero estão entre as plantas cultivadas mais antigas das civilizações. O gênero é composto por 27 espécies utilizadas como especiarias

e temperos por todo mundo (GURNANI et al., 2015; VALVERDE, 2011).

As pimentas se destacam pela sua pungência, devido à presença da capsaicina em sua composição. A capsaicina possui análogos estruturais denominados capsaicinóides, que variam de fruto para fruto e por meio das condições que são produzidas (PINTO et al., 2013).

Dessa forma, esses alimentos possuem interesse industrial devido ao seu alto valor nutricional, atribuído aos componentes de proteínas, glicídios, lipídios, minerais, vitaminas, água e celulose ou fibras. Além desses nutrientes, a pimenta malagueta é rica em compostos bioativos com capacidade antioxidante, tais como carotenoides, vitaminas e polifenóis, que possuem diferentes propriedades terapêuticas médicas e aceitação popular (BAE et al., 2012; SANTOS et al., 2016; SANTOS et al., 2015; LOIZZO et al., 2015).

Em análises de alimentos o estudo das características físicas, químicas e microbiológicas dos frutos são de fundamental importância para a definição de técnicas de manuseio pós-colheita, assim como para a boa aceitação do produto pelo consumidor. Estes procedimentos visam fornecer informações sobre o alimento e entregar produtos seguros durante o consumo (HONORATO et al., 2015).

Uma das formas de preservar os compostos presentes na pimenta é através da secagem por liofilização, que se caracteriza como uma técnica de retirada da água contida no alimento ou produto através do congelamento da parte líquida e posterior sublimação, resultando em produtos com maior valor agregado e maior teor de vitaminas e antioxidantes (KRZYKOWSKI et al., 2018).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo analisar a composição físico-química, centesimal, mineral e microbiológica, além de quantificar compostos bioativos e avaliar a capacidade antioxidante da pimenta malagueta na forma *in natura* e liofilizada.

MATERIAL E MÉTODOS

As pimentas malaguetas utilizadas neste experimento foram obtidas na CEASA (Central Estadual de Abastecimento) de Maracanaú - CE, acondicionadas em recipientes plásticos e transportadas para a Planta Piloto de Frutos e Hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte para processamento e posteriores análises.

A matéria-prima foi dividida em dois lotes, cada lote com três repetições, sendo estes processados separadamente sob as mesmas condições. Inicialmente as pimentas foram selecionadas segundo o grau de maturação (apresentando coloração vermelha) e lavadas com solução de água clorada a 100 ppm por 15 minutos e enxaguadas com água corrente para remoção de resíduos de cloro e retirados os seus pedúnculos. Um lote foi triturado e reservado para análise em estado *in natura*. A segunda parte das pimentas, correspondente ao segundo lote, recebeu um corte longitudinal visando aumentar a superfície de contato no procedimento da secagem. As pimentas foram acondicionadas em frascos de vidro e submetidas ao congelamento a -20 °C.

Foi realizado o processo de liofilização por aproximadamente 31 horas e 40 minutos em Liofilizador (LIOTOP) a uma temperatura de -51 °C, onde o término do processo foi atribuído quando os frascos não apresentavam cristais de gelo na superfície exterior e as pimentas tinham aspecto de secas. Após a secagem por liofilização as amostras foram submetidas ao processo de trituração em moinho analítico (STAR FT 50), de modo a obter um pó fino.

As análises físico-químicas realizadas foram: pH através de um pHmetro previamente calibrado; acidez titulável, determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M e os resultados expressos em ácido cítrico; atividade de água (Aw), medida com auxílio de higrômetro Aqualab e sólidos solúveis totais determinados com auxílio de refratômetro digital modelo WYA-1S, sendo o resultado expresso em °Brix. Estas análises foram realizadas em triplicata, conforme os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

A composição centesimal das amostras foi determinada por meio das análises de umidade (método gravimétrico), cinzas, lipídeos (Soxhlet), proteína bruta (Kjeldahl) e carboidratos totais (soma dos redutores e não redutores), com metodologias preconizadas pela AOAC (2005). A determinação do valor calórico (VC) foi obtido pela conversão da quantidade em gramas de carboidratos, proteínas e gorduras para caloria, conforme a equação: $VC = (\text{carboidratos} \times 4) + (\text{proteínas} \times 4) + (\text{lipídeos} \times 9)$ (BRASIL, 2005). Os resultados para os macronutrientes foram expressos tanto em base úmida como em base seca para pimenta malagueta *in natura*.

A determinação dos compostos minerais de macrominerais (P, K, Ca, Mg, S) e microminerais (Fe, Zn, Cu, Mn, B, Na) foi realizada segundo a metodologia de Malavolta et al. (1989). As amostras foram digeridas em temperatura de 210 °C até que toda matéria orgânica fosse totalmente oxidada, e na sequência, os elementos minerais foram analisados. Os teores de Ca, Cu, Fe, Mg, Mn e Zn foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica (PerkinElmer, modelo AA400), em que as leituras foram realizadas ajustando o aparelho às condições de trabalho de cada mineral; o P foi calculado colorimetricamente utilizando azul de molibdênio e o S por turbidimetria do cloreto de bário.

As análises microbiológicas, obedeceram às recomendações da Instrução Normativa n. 60, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde (BRASIL, 2019) a qual estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos.

Foi realizado contagem de coliformes totais (35 °C) e termotolerantes (45 °C), sendo os resultados expressos pela contagem de Número Mais Provável (NMP/mL) através da técnica de tubos múltiplos, pesquisa de *Salmonella* ssp. para confirmação de ausência ou presença em 25 gramas de amostra e contagem de bolores e leveduras, sendo os resultados apresentados em unidades formadoras de colônias (UFC/mL). As análises foram realizadas em triplicata utilizando a metodologia proposta pela American Public Health Association (APHA, 2001).

Para a realização das análises de fenólicos totais, capacidade antioxidante pelos métodos ABTS+ e FRAP, foi obtido o extrato das pimentas *in natura* e pimentas secas por

liofilização seguindo o método adaptado de Larrauri et al. (1997). Os extratos foram obtidos utilizando diferentes solventes de metanol a 50 % e etanol a 70 %. Foram adicionadas as amostras, os solventes, seguidas de homogeneização e repouso por 60 minutos. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 15.000 rpm, durante 15 minutos e obtido os sobrenadantes. Adicionou-se acetona 70% as amostras, e foram repetidos os procedimentos anteriores. Os extratos obtidos foram acondicionados em frascos de vidro protegidos da luz para as análises.

O teor de vitamina C foi determinado pelo método titulométrico com solução de Tillmans até a coloração róseo claro permanente, sendo os resultados expressos em mg.100 g⁻¹ de ácido ascórbico em base seca (AOAC, 1997).

Para determinação de carotenoides, utilizou-se a metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (2001). A amostra foi homogeneizada com Celite® e acetona para auxiliar na extração dos pigmentos. Utilizou-se éter de petróleo para a separação das fases. Foi adicionado aos carotenoides obtidos uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro para a remoção da possível água. A leitura realizada em espectrofotômetro a 450 nm e calculado conforme a Equação 1 sendo estes expostos em base seca.

$$C = \frac{A \times V \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times m_a}$$

Eq. 1

Em que: C corresponde a quantidade de carotenoides totais (µg de zeaxantina/g); A é absorbância; V equivale volume (mL); A_{1cm}^{1%} corresponde ao valor de absorvidade da zeaxantina (2348) e m_a é a massa de amostra (g).

A concentração dos fenólicos nos extratos das amostras foi determinada utilizando o ensaio Folin Ciocalteu conforme Larrauri et al. (1997) e Obanda e Owuor (1997). Para quantificação foi empregada uma curva padrão com solução em diferentes concentrações de ácido gálico (0, 20, 30, 40 e 50 µg).

Foram adicionados 0,5 mL do extrato da amostra (obtido anteriormente) a balões volumétricos de 10 mL. A partir destas diluições foram retiradas alíquotas de 1 mL e adicionadas em tubos de ensaio, em que cada tubo foi adicionado 1 mL de reagente Folin Ciocalteu, 2 mL de carbonato de sódio anidro (Na₂CO₃) a 20% e 2 mL de água destilada. Os tubos foram agitados para facilitar a homogeneização e deixados em repouso em local escuro por 30 minutos a temperatura ambiente. Em seguida, realizaram-se as leituras em espectrofotômetro a 700 nm. Os resultados foram expressos em base seca como o equivalente de ácido gálico por grama (mg de GAE / g de extrato).

A determinação da atividade antioxidante pela captura do radical livre ABTS⁺ foi realizada conforme a metodologia recomendada por Rufino et al. (2007). O radical ABTS⁺ foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS com 88 µl da solução de persulfato de potássio. Diante do extrato, foram preparadas diluições de 0,5; 1,0 e 2,0 mL das quais foram transferidas alíquotas de 30 µL para tubos de ensaio com 3,0 mL do radical ABTS⁺ e homogeneizadas. Após seis minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 734

nm. A atividade antioxidante foi calculada baseada na curva padrão de trolox. Os resultados foram expressos em µM trolox/g de amostra.

A determinação da atividade antioxidante através do método de redução do ferro (FRAP) foi baseada na metodologia recomendada por Rufino et al. (2006). A partir da solução padrão de sulfato ferroso (2.000 µM), as soluções foram variando a concentração de 500 µM a 1500 µM, para a obtenção da curva padrão. Do extrato obtido anteriormente, preparou-se três diluições diferentes conforme cada amostra de 3,0; 5,0 e 10 mL para o extrato *in natura* e de 1,0; 3,0 e 5 mL para o extrato de pimentas liofilizadas, de onde foram retiradas alíquotas que foram homogeneizadas com reagente FRAP e colocados em banho-maria a 37 °C. Realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 595 nm após 30 minutos. A atividade antioxidante foi calculada baseada na curva padrão de sulfato ferroso. Os resultados foram expressos em base seca em µM sulfato ferroso/g de amostra.

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados obtidos foram submetidos análise de variância (One-way ANOVA) e os tratamentos estaticamente diferentes submetidos ao teste “t” de Student ao nível de significância de 5%. Os resultados são apresentados como valores médios e desvios padrão (SD). As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa Státistica 7 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado que as pimentas malaguetas *in natura* apresentam uma atividade de água intermediária com baixa acidez e elevado conteúdo de sólidos solúveis (Tabela 1). Houve diferença significativa (p<0,05) em todos os parâmetros físico-químicos analisados entre a pimenta malagueta *in natura* e liofilizada com exceção do pH.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) *in natura* e liofilizada em pó.

Parâmetros	Pimenta malagueta*	
	<i>in natura</i>	liofilizada
Atividade de água (Aw)	0,65 ± 0,08a	0,20 ± 0,01b
pH	5,56 ± 0,50a	5,52 ± 1,32a
Acidez titulável (% de ácido cítrico)	0,63 ± 0,20a	1,84 ± 1,16b
Sólidos Solúveis totais (°Brix)	12,66 ± 0,09a	44,66 ± 0,04b

*Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de t Student (p<0,05).

Os resultados obtidos estão próximos aos reportados na literatura por Valverde (2011), que obteve valores de 0,98 para atividade de água; 5,48 de pH e acidez de 0,35% de ácido cítrico em pimenta malagueta *in natura*. Braga et al. (2012) obtiveram médias de 12,99 para sólidos totais, 0,87% de ácido cítrico e 5,29 para pH ao avaliarem cinco progênies de pimenta malagueta *in natura* cultivadas no município de Sobral, CE. Borges et al. (2015) realizaram a caracterização físico-química de pimentas em Roraima e dentre esses acessos, a pimenta malagueta *in natura* apresentou 10,3 °Brix, 5,07 para pH e 0,50% de ácido cítrico. Giuffrida et al. (2014) relatam que a

pimenta *Capsicum annuum* sp. em pó, obteve 0,23 para a atividade de água, após o processo de secagem (60 °C por 48 h), onde este valor permaneceu constante durante todo o período de armazenamento de doze meses.

Carvalho et al. (2014a) no estudo da caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum* spp. *in natura*, citam que durante a maturação, o pH das pimentas apresentou uma tendência à redução nos valores com o avanço da maturação dos frutos. Reis et al. (2015), relatam que a conservação do fruto é influenciada pelo teor de acidez, pois quanto menor este teor, melhor seu estado de conservação, contribuindo diretamente na qualidade de um produto final para o consumo. Os valores encontrados no presente estudo concordam com os trabalhos citados anteriormente, indicando que a pimenta malagueta se encontra em estágio de maturação completo, sendo este considerado um atributo de qualidade para a mesma na sua utilização para alimentação.

Como ocorre em matéria-prima de origem vegetal, a pimenta malagueta *in natura* apresentou altos índices de umidade e carboidratos, enquanto que os valores de proteína e lipídeos são baixos (Tabela 2). Todos os parâmetros analisados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quando comparamos a pimenta malagueta *in natura* e liofilizada. Os resultados para proteínas e valor energético apresentaram-se iguais estaticamente quando comparados em base seca e a pimenta seca por liofilização. O teor de proteínas, lipídeos, cinzas, carboidratos e valor energético foram superiores na pimenta malagueta liofilizada. Comportamento semelhante foi obtido no estudo de Aguiar et al. (2021), em que o tratamento de liofilização preservou a composição nutricional e de ácidos graxos em pimentas *Capsicum* L. (Pimentas malagueta, cheiro e murupi) da Amazônia brasileira. Estes valores podem ser enturpidos pela redução da atividade de água através de evaporação, acarretando na concentração e preservação desses compostos (LOPEZ-POLO et al., 2020).

Dambros (2014), estudando dez “acessos” de pimentas dedo de moça (*Capsicum baccatum*) *in natura*, encontrou valores que variavam para todos os compostos: umidade de 77,27 a 91,71%; proteínas de 0,80 a 2,32%; lipídios de 0,21 a 1,10%; cinzas de 0,57 a 1,54 mg/100 g e carboidratos de 6,28 a 18,47%. Valverde (2011) obteve para pimenta malagueta *in natura* valores para umidade de 29,4%, proteínas de 4,8%, lipídeos de 0,63% e 0,04% para cinzas. Carvalho (2014b) estudando a composição centesimal da pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) madura e liofilizada, obtiveram valor de 12,26% para umidade sendo este superior ao encontrado no

Tabela 2. Composição centesimal da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) *in natura* e liofilizada em pó.

Compostos (g/100)	Pimenta malagueta <i>in natura</i>		Pimenta malagueta liofilizada
	Base úmida	Base seca	
Proteínas	4,77 ± 0,11a	19,10 ± 9,16ab	12,99 ± 0,83b
Lipídeos	0,39 ± 0,42a	1,57 ± 1,5ab	7,48 ± 4,42b
Umidade	75,88 ± 4,09a	*	7,59 ± 2,18b
Cinzas	1,28 ± 0,36a	5,25 ± 0,39b	5,50 ± 1,26b
Carboidratos	12,42 ± 0,55a	52,32 ± 7,31b	31,11 ± 2,31c
Valor energético (Kcal)	72,26 ± 12,48a	299,80 ± 14,31b	243,70 ± 33,26c

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente a 5% ao teste de Student. Legenda: (*) Não se aplica

presente estudo (6,27%). Em contrapartida, o percentual de umidade encontrado (7,48%) para pimenta liofilizada se aproxima do determinado pela Agência da Vigilância Sanitária (5%) para produtos liofilizados (BRASIL, 1978).

Os teores de macro e microminerais foram maiores na pimenta malagueta liofilizada (Tabela 3). Devido às quantidades elevadas de minerais presentes nas pimentas malaguetas, elas podem ser consideradas fonte de minerais conforme a legislação (ANVISA, 2012). Visto que 100 g de pimenta *in natura* pode fornecer quantidades substanciais de ferro (23%) e magnésio (15%) e a pimenta liofilizada pode oferecer quantidades de potássio (52%), magnésio (48%), ferro (38%) e manganês (32%) quando comparadas às doses diárias recomendadas para consumo (ANVISA, 2004), torna-se importante o seu consumo na dieta da população.

Servia et al. (2016) analisaram os compostos minerais para acessos de pimentas *Capsicum annuum* L. em que a pimenta chili se destacou das demais, por fornecer alto valor nutritivo em 100 g com as seguintes quantidades de minerais: Cu (0,7 a 0,9 mg), Mg (330 mg), P (580 mg), Ca (369,8 mg), Na (12,9 mg 47,3), Fe (6 a 8 mg), Zn (6,8 a 11 mg), K (4,7 mg), Mn (0,65-5,86 mg) e S (110,9-221,9 mg). A quantidade de minerais encontradas no presente estudo demonstra a importância do consumo da pimenta malagueta na alimentação, uma vez que a mesma pode oferecer quantidades de macro e microminerais necessários para alimentação. Os resultados encontrados nas análises microbiológicas foram satisfatórios, tanto para as pimentas *in natura* quanto para as liofilizadas, estando condizente com os padrões da legislação vigente para frutas produtos de frutas (BRASIL, 2019). As amostras apresentaram ausência de colônias para bolores e leveduras, coliformes a 45 °C (<3 NMP/ml) e para *Salmonella* em 25 gramas de amostra. Estes resultados demonstram as condições higiênico-sanitárias realizadas durante o processamento da pimenta malagueta e da qualidade da matéria-prima escolhida, assegurando sua qualidade microbiológica na adição posterior na alimentação.

Tabela 3. Composição mineral de mg/100 g na pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) e *in natura* e liofilizada em pó.

Pimenta malagueta	Macrominerais mg/100 g					Microminerais mg/100 g					
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Cu	Mn	B
<i>In natura</i>	98,00	6,95	ND	40,00	55,00	13,75	3,35	0,40	4,50	ND	0,60
	±2,83a	±0,52a		±0,00a	±7,07a	±0,35a	±0,21a	±0,00a	±0,00a		±0,00a
Liofilizada	365,5	176,15	44,50	125,00	145,00	30,10	5,40	1,50	1,05	0,75	1,85
	±27,6b	±1,48b	±3,54	±7,07b	±7,07b	±0,14b	±0,42b	±0,14b	±0,07b	±0,21	±0,35b

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de médias do teste “t” Student ($p < 0,05$). Legenda: ND: Não determinado

Através dos resultados pode-se perceber que os compostos bioativos analisados foram preservados na pimenta malagueta liofilizada em pó apresentando diferença significativa ao nível de 5% (Tabela 4).

Costa et al. (2017) quantificaram o teor de carotenoides e ácido ascórbico em pimentas das variedades "Jalapeño" (*Capsicum annuum* L.), "biquinho vermelho doce" e "bode vermelho" (*C. chinense* Jacquin), em que as pimentas de coloração vermelha apresentaram maior conteúdo de carotenoides expressos em zeaxantina (29 µg) e vitamina C (132 mg/g). Ferysiuk et al. (2020) obtiveram para o extrato de pimenta doce teor 8,55 mg/g de vitamina C, resultado inferior ao presente estudo. Aguiar et al. (2016) encontraram para os compostos fenólicos variação de 0,35 mg/g na pimenta Cambuci verde a 3,06 mg/g na pimenta Naga Jolokia do gênero *Capsicum*. Loizzo et al. (2015) avaliaram vinte cultivares de *Capsicum* e a análise dos resultados revelou uma grande variabilidade no teor de fenóis entre as diferentes espécies; nas

pimentas frescas, uma faixa de 2,3 a 71,4 mg/g para as pimentas Capezzolo di Scimmia (*C. chinense*) e Hierro (*C. annuum*), respectivamente; nas pimentas processadas congeladas, a faixa de conteúdo de fenol foi de 1,5 a 37,3 mg/g para a pimenta Capezzolo di Scimmia (*C. chinense*) e Duemila (*C. annuum*), respectivamente. Foi encontrado um intervalo de 0,5-44,9 para mg / g para os pimentões Capezzolo di Scimmia (*C. chinense*) e Idealino (*C. annuum*), respectivamente em amostras fervidas.

Giuffrida et al. (2014) relataram que os principais carotenoides geralmente descritos em pimentas vermelhas, são β-caroteno, zeaxantina; estes autores obtiveram em amostras de pimenta *Capsicum annuum* sp. valores de β-caroteno de 26,16 µg/g. Dambros (2014) avaliou diferentes acessos de pimentas e encontrou para o teor de compostos fenólicos destas pimentas no estado *in natura* variação de 52,45 mg/100 g a 21,20 mg/100 g, carotenoides totais variando de 0,64 mg/100 g a 40,26 mg/100 g equivalentes de β-caroteno e o teor de ácido ascórbico de 158,38 mg/100 g a 18,86 mg/100 g.

Tabela 4. Capacidade antioxidante e teor compostos bioativos da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) *in natura* e liofilizada em pó.

Pimenta malagueta	Compostos Fenólicos (mg GAE/100 g)	Carotenoides (µg/100 g)	Vitamina C (mg/100 g)	FRAP (µM FeSO ₄ /g)	ABTS ⁺ (µM Trolox/g)
<i>In natura</i>	424,79±16,21a	60,35±6,76a	212,28±5,21b	174,12 ±11,09a	83,06±3,20a
Liofilizada em pó	987,75±15,63b	80,44±10,76b	253,37±6,17a	204,49 ±19,74a	126,44±2,91b

Letras diferentes na mesma coluna diferem 5% ao teste de t Student. Médias seguidas do desvio padrão.

As pimentas malaguetas *in natura* e liofilizada apresentaram significativa atividade antioxidante para ambos métodos (FRAP e ABTS⁺). Não houve diferença significativa ao nível de 5%, entre a pimenta malagueta *in natura* e a pimenta liofilizada em pó, pelo método FRAP. Os resultados nos sugerem que a pimenta malagueta é uma fonte potencial de bioativos, em que a atividade antioxidante está fortemente correlacionada com os compostos bioativos totais (vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides), sendo estes preservados no processo de secagem por liofilização (MI et al., 2022).

Resultados obtidos nas amostras de pimenta *in natura* condizem com outros estudos com diferentes variedades de pimenta. Carvalho et al. (2014c) avaliando genótipos imaturos e maduros de pimentas (*Capsicum spp*), observaram atividade antioxidante pelo ensaio ABTS, valores entre 55,02 e 92,03 µM trolox/g nos frutos imaturos e de 39,60 a 113,08 µM trolox/g nos maduros. Machado et al. (2021) avaliaram a atividade antioxidante pelo método ABTS de trinta e seis variedades de pimentas, e no que diz respeito a espécie *Capsicum frutescens*, os valores foram de 4,55 ± 1,41, 6,87 ± 0,17, 6,41 ± 0,57 respectivamente para pimenta vermelha, vulcão Feltrin, chapéu de bispo.

Os valores de capacidade antioxidante foram superiores na amostra de pimenta malagueta liofilizada em pó. Esse comportamento foi observado para todos os componentes nutricionais analisados na presente pesquisa. Esse resultado difere de alguns estudos reportados na literatura para pimentas e pimentões liofilizados. Ferysiuk et al. (2020) avaliaram extrato de pimentão liofilizado pelo ensaio ABTS, e relataram concentração de 14,23 ± 0,92 para a capacidade antioxidante.

Krzykowski et al. (2018) reportaram que a liofilização causou uma diminuição na atividade antioxidante (17,1 ± 0,65 pelo método ABTS) em pimenta (*Capsicum annuum*, L). Os autores descrevem que o teor de fenólicos totais também foi afetado, e que o processo de secagem pode ter causado influência na capacidade antioxidante. Na presente pesquisa com pimenta malagueta liofilizada, ocorreu a preservação destes componentes fenólicos e a capacidade antioxidante foi significativa pelo método ABTS⁺ com valor de 126,44 ± 2,91.

Espera-se que os resultados deste trabalho auxiliem nos estudos posteriores na utilização da pimenta malagueta na indústria de alimentos, bem como a possibilidade de utilizar esse ingrediente natural que apresenta expressiva capacidade antioxidante em substituição de aditivos sintéticos para embutidos cárneos, visando alcançar estabilidade oxidativa semelhante.

CONCLUSÕES

As pimentas malaguetas *in natura* e liofilizadas apresentam uma boa composição nutricional, rica em compostos bioativos com potencial antioxidante. No processo de secagem por liofilização não há redução dos compostos bioativos, macronutrientes e micronutrientes. As pimentas malaguetas liofilizadas em relação aos padrões microbiológicos são aptas para o consumo.

AGRADECIMENTO(S)

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa concedida à primeira e à quarta autoras (Mestrado/IFCE);

ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) pela bolsa da segunda autora (PIBIC/IFCE); bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro à pesquisa, além das bolsas atribuída para a terceira (Mestrado/IFCE) e quinta autoras (Pós-doutorado PNPd, CAPES/IFCE).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C.; COUTINHO, J. P.; BARBERO, G. F.; GODOY, H. T.; MARTÍNEZ, J. Comparative Study of Capsaicinoid Composition in *Capsicum* Peppers Grown in Brazil. *International Journal of Food Properties*, v.19, n. 6, p. 1292-1302, 2016. [10.1080/10942912.2015.1072210](https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1072210).
- AGUIAR, J. P. L.; SILVA, E. P.; SILVA, A. P. G. SGANZERLA, W. G.; XIAO, J.; SOUZA, F. C. A. Influence of freeze-drying treatment on the chemical composition of peppers (*Capsicum* L.) from the Brazilian Amazonia region. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 38, p. 102-220, 2021. [10.1016/j.bcab.2021.102220](https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102220)
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17. ed. Washington: APHA, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis of the AOAC. Washington, v. 2, 1997. p. 16-17.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 18 th ed. Gaithersburg, MD, USA: (2005).
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004. Disponível em<<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8989-1-0%5D.PDF>>. Acesso em 27 de janeiro 2017.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc_0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864>. Acesso em 27 de janeiro 2017.
- BAE, H.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JIFON, J.; BHIMANAGOUDA S. P. Variation of antioxidant activity and the levels of bioactive compounds in lipophilic and hydrophilic extracts from hot pepper (*Capsicum* spp.) cultivars. *Food Chemistry*, v. 134, p.1912–1918, 2012. [10.1016/j.foodchem.2012.03.108](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.108).
- BRAGA, T. R.; PEREIRA, R. C. A.; SILVEIRA, M. R. S.; SILVA, L. R. S.; BEZERRA, F. C.; OLIVEIRA, M. M. T. Caracterização físico-química de progênies de pimentas cultivadas em Sobral- CE. *Horticultura brasileira*, v. 30, n. 2, p. 1-7, 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos. 2º Versão– Universidade de Brasília – Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Universidade de Brasília, 2005. 44p.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>>. Acesso 12 de dezembro de 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – CNNPA n.12, de 24/07/1978 – Dispõe sobre normas técnicas especiais. Disponível em<http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_frutas_li_o.htm> Acesso em 29 de outubro de 2016.
- BORGES, K. M.; VILARINHO, L. B. O.; FILHO, A. A. M.; MORAIS, B. S. M.; RODRIGUES, R. N. S. Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 9, n. 3, p. 292-299, 2015. [10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2766](https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2766).
- CARVALHO, A. V.; MACIEL, R. A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C. Caracterização de Genótipos de Pimentas *Capsicum* spp. durante a Maturação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2014a. 19p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 90).
- CARVALHO, C. L. M. Avaliação de métodos de extração de carotenoides de pimenta (*Capsicum chinense*). 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará (UFPA), 2014b.
- CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A.; RIOS, A. O.; MORESCO, K. S. Mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, n. 4, p. 399-408, 2014c.
- COSTA, T. S. A.; GOMES, I. S.; MELO, L. A. M. P.; REIFSCHNEIDERB, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C. Carotenoid and total vitamin C content of peppers from selected Brazilian cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*. v. 57, s.n., p. 73–79, 2017. [10.1016/j.jfca.2016.12.020](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.020).
- DAMBROS, J. I. Estabilidade de compostos potencialmente bioativos e alterações de qualidade em frutos e produtos de pimenta (*Capsicum* spp.). 2014. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2014.
- FERYSIUK, K.; WÓJCIAK, K. M.; MATERSKA, M.; CHILCZUK, B.; PABICH, M. Modification of lipid oxidation and antioxidant capacity in canned refrigerated pork with a nitrite content reduced by half and addition of sweet pepper extract. *LWT*, v. 118, p.1-10, 2020. [10.1016/j.lwt.2019.108738](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108738).
- GIUFFRIDA, D.; DUGO, P.; TORRE, G.; BIGNARDI, C.; CAVAZZA, A.; CORRADINI, C.; DUGO, G. Evaluation of carotenoid and capsaicinoid contents in powder of red chili peppers during one year of storage. *Food Research International*, v. 65, p. 163-170, 2014. [10.1016/j.foodres.2014.06.019](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.019).
- GURNANI, N.; GUPTA, M.; MEHTA, D.; MEHTA, B. K. Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents,

- andin vitro antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.). Journal of Taibah University for Science, v. x, n. x, p. 1-9, 2015. [10.1016/j.jtusci.2015.06.011](https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2015.06.011).
- HONORATO, A. C.; DIAS, C. B. D.; SOUZA, E. B.; CARVALHO, I. R. B.; SOUSA, K. S. M. Parâmetros físico-químicos de polpas de fruta produzidas na cidade de Petrolina – PE. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.10, n. 4, p.01-05, 2015. [10.18378/rvads.v10i4.3415](https://doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3415)
- IAL, Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 1020p.
- KRZYKOWSKI, A; DZIKI, D.; RUDY, S.; GAWLIK-DZIKI, U.; POLAK, R.; BIERNACKA, B. Effect of pre-treatment conditions and freeze-drying temperature on the process kinetics and physicochemical properties of pepper. Lwt, v. 98, p. 25–30, 2018. [10.1016/j.lwt.2018.08.022](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.022)
- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. Journal Agriculture Food Chemist. v.45, p.1390-1393, 1997. [10.1021/jf960282f](https://doi.org/10.1021/jf960282f).
- LOIZZO, M. R.; PUGLIESE, A.; BONESI, M.; MENICHINI, F.; TUNDIS, R. Evaluation of chemical profile and antioxidant activity of twenty cultivars from *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chacoense* and *Capsicum chinense*: A comparison between fresh and processed peppers. LWT - Food Science and Technology, v.64, p. 623-631, 2015. [10.1016/j.lwt.2015.06.042](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.042).
- LOPEZ-POLO, J.; BEGOÑA, A. S. W.; B. GIMÉNEZA.; CANTERO-LÓPEZ, P.; VEGA, R.; OSORIO, F. Effect of lyophilization on the physicochemical and rheological properties of food grade liposomes that encapsulate rutin. Food Research International. v. 130, p. 108- 967, 2020. [10.1016/j.foodres.2019.108967](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108967).
- MACHADO, F. B.; MACÊDO, I. Y. L.; CAMPOS, H. M.; MORENO, E. K. G.; SILVA, M. F. B.; OLIVEIRA NETO, J. R.; RAMALHO, R. R. F.; NASCIMENTO, A. R.; CUNHA, B. G. V. L. C.; GHEDINI, C.; DICULESCU, V. C.; GIL, E. S. Antioxidant activity of thirty-six peppers varieties and vasorelaxant of selected varieties. Food Bioscience. v. 41, p. 100-989, 2021.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MI, A.; ZHANG, X.; WANG, Y.; ZHENG, M.; WANG, X. Effect of different genotypes on the fruit volatile profiles, flavonoid composition and antioxidant activities of chilli peppers. Food Chemistry. v. 374, n. 16, p. 131- 751. 2022. [10.1016/j.foodchem.2021.131751](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131751).
- OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavanol Composition and caffeine content of green Leaf as quality potential indication of kenyan black teas. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.74, p. 209-215, 1977. [10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199706\)74:2<209::AID-JSFA789>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199706)74:2<209::AID-JSFA789>3.0.CO;2-4).
- PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013. [10.21206/rbas.v3i2.225](https://doi.org/10.21206/rbas.v3i2.225).
- REIS, D. R.; BARBOSA, C. M. D.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SOARES, E. J. O. Caracterização biométrica e físico-química de pimenta variedade biquinho. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 11, n. 21, p. 454- 460, 2015.
- RODRIGUEZ-AMAYA. D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington DC: ILSI Press: 2001. 71p.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M. M.; SAMPAIO, C. G; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, D. F. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4p. (Comunicado técnico, 125).
- RUFINO, M. S. M; ALVES, R. E; BRITO, E. S; MORAIS, S. M; SAMPAIO, C. G; JIMÉNEZ, J. P; CALIXTO, F. D. S. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS⁺, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4p. (Comunicado técnico, 128).
- SANTOS, P.; AGUIAR, A. C.; BARBERO, G. F.; REZENDE, C. A.; MARTÍNEZ J. Supercritical carbon dioxide extraction of capsaicinoids from malagueta pepper (*Capsicum frutescens* L.) assisted by ultrasound. Ultrasonics Sonochemistry, v. 22, p. 78 – 88, 2015. [10.1016/j.ultsonch.2014.05.001](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.05.001).
- SANTOS, P. L.; SANTOS, L. N. S.; VENTURA, S. P. M.; SOUZA, R. L.; COUTINHO, J. A. C.; CLEIDE MARA FARIA SOARES, C. M. F. S.; LIMA, A. S. Recovery of capsaicin from *Capsicum frutescens* by applying aqueous two-phase systems based on acetonitrile and cholinium-based ionic liquids. Chemical Engineering Research and Design, v. 112, p. 103–112, 2016. [10.1016/j.cherd.2016.02.031](https://doi.org/10.1016/j.cherd.2016.02.031).
- SERVIA, J. L. C.; GUZMÁN, A. M. V.; RODRÍGUEZ, J. C. C.; GARCÍA, E. H. Variación en contenido de minerales en frutos de variedades autóctonas de Chile (*Capsicum annuum* L.), cultivadas en invernadero. Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, v. 23, n. 1, p. 48-57, 2016. [10.17533/udea.vitae.v23n1a05](https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n1a05).
- STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. Disponível em: <www.statsoft.com.>
- VALVERDE, R. M. V. Composição bromatológica da pimenta malagueta *in natura* e processada em conserva. 2011. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2011.