

COORDENADAS DE COR E CAROTENÓIDES TOTAIS EM POLPA DE GOIABA MICROENCAPSULADA OBTIDA POR SPRAY DRYER

L. A. L. MEWS¹, R. CARMINATTI¹, O. M. PORCU² e M. S. V. P. OVIEDO³

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, Programa Pós Graduação em Processos Químicos e Bioquímicos - PPGTP.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, SEBLIC – Química, Docente, Programa Pós Graduação em Processos Químicos e Bioquímicos – Campus Pato Branco.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, Docente, Programa Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTA.

E-mail para contato: ornellamporcu@gmail.com

RESUMO – A goiaba é uma fruta rica em carotenoides, em particular licopeno, carotenoide majoritário na goiaba, que apresenta comprovada ação contra o câncer de próstata. O objetivo deste estudo foi caracterizar a influência de dextrina nas características de cor e retenção de carotenoides totais na polpa de goiaba microencapsulada obtida por *spray dryer*. Dextrina foi adicionada a polpa de goiaba na proporção de 1:1 e homogeneizada até completa dissolução. A mistura obtida foi submetida ao processo de *spray dryer* e o pó resultante (MG) caracterizado quanto a atividade de água ($0,2617 \pm 0,0006$), pH ($3,69 \pm 0,01$), °Brix ($10,90 \pm 0,12$), luminosidade ($L^*=84,67 \pm 0,28$), cromaticidade a^* e b^* ($7,28 \pm 0,48$ e $15,03 \pm 0,78$, respectivamente) e carotenoides totais ($64,88 \pm 0,52 \mu\text{g/g}$). O elevado conteúdo de carotenoides totais e o perfil de cor desenvolvido por (MG) demonstrou que este suplemento é excelente matéria prima e pode servir como ingrediente funcional no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

1. INTRODUÇÃO

A goiaba é uma fruta tropical conhecida e caracterizada por baixo teor de carboidratos, gorduras, proteínas e alto teor de vitamina C (mais de 100 mg / 100 g de fruta) e teor de fibra (2,8 - 5,5 g/100 g de frutas) (Gutiérrez *et al.*, 2008). Ultimamente a goiaba tem chamado a atenção pelo alto teor de licopeno presente em sua composição. O licopeno é um carotenoide, com propriedades funcionais e com efeito comprovado contra o câncer de próstata (Porcu, 2014).

Os carotenoides possuem cadeia poliênica, constituída por um longo sistema de ligações duplas conjugadas, e devido a presença dessas insaturações sofrem facilmente oxidação, perda da cor, sensibilidade à luz, temperatura extrema e acidez (Silva *et al.*, 2010). Dessa forma, a indústria alimentícia tem buscado novas alternativas para melhorar a estabilidade da cor e retenção de compostos bioativos tais como os carotenoides e, que apresentem baixo custo, como a

microencapsulação em alimentos (Del Pozo-Insfran *et al.*, 2004).

A microencapsulação em alimentos é o processo em que a matéria prima é cercada por revestimento comestível, obtendo-se pequenas cápsulas (Gharsallaoui *et al.*, 2007; Dib Taxi *et al.*, 2003). O uso da microencapsulação pela indústria de alimentos é proteger contra oxidação química os ingredientes encapsulados como pigmentos e compostos bioativos, tornando-os mais estáveis no que se diz respeito à qualidade nutricional e à cor. Como fatores da oxidação química temos os fatores do ambiente como temperatura, luz, pH e outros. (Barros e Stringheta, 2006; Clark, 2002; Depypere *et al.*, 2003).

Alguns autores têm usado a microencapsulação para proteger compostos sensíveis como carotenoides e vitamina C, em frutos como o tomate, acerola, goiaba, e ainda para aumentar a estabilidade do produto. Shu *et al.* (2006) utilizaram a microencapsulação para proteger o licopeno do tomate da instabilidade do ambiente e concluíram que o pó manteve-se estável durante o armazenamento. Patil *et al.* (2013) ao realizarem o *spray dried* da polpa da goiaba concluíram que o pó resultante possuía maior quantidade de vitamina C quando comparada à polpa comercializada. Esses autores chegaram à conclusão que a cor e a qualidade nutricional do microencapsulado resultante era elevada e estável.

Devido a importância de se obter produtos com características nutricionais de alto teor funcional agregado, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a influência da dextrina nas coordenadas de cor, sólidos solúveis totais, atividade de água, e retenção de carotenoides totais na polpa de goiaba microencapsulada obtida por *spray dryer*.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão e Campus Pato Branco, no Laboratório de Panificação e de Bromatologia, respectivamente.

2.1 Matéria prima

Como matéria-prima da microencapsulação, foi utilizada polpa de goiaba designada por (G), gentilmente cedida pela Indústria de Polpas e Conservas Val Ltda., localizada no município de Vista Alegre do Alto (SP). A polpa foi armazenada em freezer $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo descongelada de acordo com a quantidade necessária para cada ensaio.

2.2 Agente encapsulante

Como agente encapsulante para realizar a microencapsulação da polpa de goiaba, foi utilizado o produto Dextrina 17 da empresa LORENZ®.

2.3 Preparo da mistura

Utilizou-se uma proporção de 1:1 de dextrina e polpa de goiaba na emulsão utilizada para microencapsulação. O preparo da mistura, denominada por Mix, a ser encapsulada consistiu em adicionar 210 mL de água destilada pré-aquecida a 80 °C à 41,5 g de dextrina, agitando-se em agitador mecânico de bancada (Fisatom 713D AAKER) a 4980 rpm.min⁻¹ por 3 minutos para que a dextrina se dissolvesse na água. Foi adicionado à mistura anterior, 500 g de polpa de goiaba, voltando à agitação por mais 3 minutos a 1650 rpm.min⁻¹.

2.4 Spray Dryer

A secagem por atomização foi realizada em um secador laboratorial com sistema de atomização em *Spray Dryer* - Lab Maq modelo MSD 1.0. O fluxo de ar comprimido para secagem de 45 L.min⁻¹, temperatura de secagem ajustada em 120 °C e a velocidade de secagem de 0,54 L.h⁻¹. A temperatura de saída do produto também foi monitorada, variando de 63,6 a 66,0 °C. Depois do processo de pulverização, o pó foi recolhido num recipiente de vidro âmbar com fechamento hermético. O microencapsulado de polpa de goiaba obtido foi denominado (MG).

2.5 pH

Para determinar o pH de (MG) utilizaram-se 2g de amostra, na qual foram acrescentadas 10 mL de água destilada. Homogeneizou-se a mistura e deixou-se em repouso por 10 minutos. O pH foi medido diretamente no sobrenadante (Instituto..., 2008).

2.6 Atividade de água (Aw)

A leitura de atividade de água (Aw) foi feita para (G) e (MG) em triplicata. Esta análise foi realizada em aparelho específico para esta determinação (marca Novasina).

2.7 Sólidos Solúveis Totais

Para a polpa de goiaba (G) e Mix (água + polpa de goiaba + dextrina), esta determinação foi feita através de um refratômetro (Instrutherm, RT-10ATC). Utilizaram-se 3 a 4 gotas da polpa e da emulsão para medida no prisma do refratômetro, realizada em triplicata. A leitura foi feita pela escala de graus Brix (Instituto..., 2008).

2.8 Carotenoides Totais

A metodologia utilizada foi a descrita por Porcu (2004), onde o teor de carotenoides totais é baseado na quantificação do carotenoide majoritário presente, o licopeno.

O teor de carotenoides totais, baseado em licopeno, calcula-se pela Equação 1:

$$CT = \frac{A_{470nm} \times V \times 10^4}{A_{1cm}^{1\%} \times m} \quad (1)$$

Onde:

A_{nm} = absorvância máxima lida no espectro;

$A_{1cm}^{1\%}$ = coeficiente de absorção molar (éter de petróleo = 3452)

V = volume da diluição do extrato (mL);

m = massa da amostra (g);

CT = teor de carotenoides totais ($\mu\text{g/g}$)

2.9 Cor

A cor do mix e do microencapsulado de polpa de goiaba, foi determinada utilizando-se o colorímetro Hunter Lab Mini ScanEZ. Os resultados foram interpretados pelo sistema CIELAB, utilizando as coordenadas L^* , a^* e b^* . Os parâmetros de cor tais como chroma (C_{ab}^*) e tonalidade (h_{ab}^*) foram calculados de acordo com as Equações 2 e 3, respectivamente.

$$C_{ab}^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$h_{ab}^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3)$$

2.10 Análises Estatísticas

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram analisados estatisticamente através de Teste de Tukey e Teste t, a 5 % de significância ($p \leq 0,05$), com o auxílio do software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos estudos de coordenadas de cor L^* representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco); a^* representa a variação das tonalidades das cores verde e vermelho, onde valores positivos de a^* correspondem a intensidade da cor vermelha e valores negativos correspondem à intensidade da cor verde; b^* representa a variação das tonalidades das cores azul e amarelo, onde valores positivos de b^* correspondem a intensidade da cor amarela enquanto que valores negativos correspondem à intensidade da cor azul. A coordenada C^* (Chroma) representa o grau de concentração ou pureza de

uma cor e o h^*_{ab} representa a tonalidade das cores. Em relação ao comportamento da pureza da cor, quando h^*_{ab} é 0° é fixado no eixo horizontal tende-se a (+) (vermelho) e, girando no sentido anti-horário na sequência, quando h^*_{ab} sendo igual a 90° tende-se ao amarelo, com $h^*_{ab} = 180^\circ$ tende-se ao verde e $h^*_{ab} = 270^\circ$ tende-se ao azul (Alves *et al.*, 2008).

A polpa de goiaba apresentou um aumento da luminosidade (L^*) ao ser misturada ao agente encapsulante (dextrina) e após sofrer o processo no *spray dryer* a luminosidade do pó resultante tendeu em direção ao branco apresentando valores de $84,67 \pm 0,28$ conforme verificamos na Tabela 1.

Tonon *et al.* (2009) ao microencapsularem suco de açaí utilizando como agente encapsulante a maltodextrina observaram aumento do parâmetro luminosidade (L^*) para o pó resultante do suco de açaí. Segundo os autores, o aumento do parâmetro L^* já era esperado, pois a maltodextrina apresenta cor branca e, dessa forma, dilui a coloração roxa característica do suco de açaí. O mesmo foi verificado neste estudo após a adição de dextrina que diluiu a cor da polpa de goiaba levando-se posteriormente a cor rosácea do produto obtido (MG).

Tabela 1 – Parâmetros médios de cor e de carotenoides totais resultantes para (G), Mix e (MG)

Amostra	Cor					Carotenoides Totais ($\mu\text{g/g}$)
	L^*	a^*	b^*	C^*_{ab}	H^*_{ab}	
(G)	$40,75^a \pm 0,09$	$16,32^a \pm 0,07$	$18,13^a \pm 0,09$	$24,39^a \pm 0,11$	$48,01^a \pm 0,06$	$32,62^a \pm 4,17$
Mix	$44,49^b \pm 0,14$	$13,61^b \pm 0,05$	$14,19^b \pm 0,08$	$19,66^b \pm 0,09$	$46,21^b \pm 0,05$	$23,32^a \pm 3,62$
(MG)	$84,67^c \pm 0,28$	$7,28^c \pm 0,48$	$15,03^b \pm 0,78$	$16,82^c \pm 0,91$	$63,29^c \pm 0,32$	$64,88^b \pm 0,52$

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados obtidos para polpa de goiaba (G), Mix (mistura) e microencapsulado de polpa de goiaba (MG).

Os valores de cromaticidade para coordenada b^* não apresentaram diferença significativa entre o mix ($14,19 \pm 0,08$) e o microencapsulado de goiaba (MG) ($15,03 \pm 0,78$). No entanto, a polpa de goiaba industrializada apresentou valores superiores ($16,32 \pm 0,07$) ao mix e ao MG para essa coordenada (Tabela 1). Valores similares aos encontrados por Tonon *et al.* (2009) que ao microencapsularem suco de açaí não encontraram diferenças significativas entre o mix de açaí e o pó resultante do açaí, mas a diferença foi significativa para o suco de açaí puro.

As cromaticidades para coordenada a^* sofreram um decréscimo significativo na tonalidade vermelha após processo de secagem por *spray dryer* $7,28 \pm 0,48$, tendendo a uma tonalidade rosea. Segundo vários autores Tonon *et al.* (2009), Osorio et al, (2011), Quek *et al.* (2006), a adição do agente carreador pode provocar uma diminuição do parâmetro a^* , ou seja, uma redução na tonalidade vermelha, também relacionada à diluição da cor, provocada pela adição deste agente carreador.

No presente estudo a coordenada a^* diminuiu quando a amostra foi microencapsulada, no entanto o parâmetro b^* não apresentou diferença significativa entre MG e a mistura (Tabela 1).

Segundo Quek *et al.* (2006), este fato pode ter contribuído para a mudança de valores no ângulo h^*_{ab} e no Cromo C^*_{ab} . Com a temperatura de entrada elevada, a cor do pó tornou-se mais escura. Uma das explicações para esse fato é que a goiaba apresenta alto teor de sólidos solúveis, o que pode ter contribuído para o escurecimento do MG.

O teor de carotenoides para o MG foi significativamente maior quando comparado a mistura e à (G), como é apresentado na Tabela 1. Tonom *et al.* (2009) e Quek *et al.* (2006), ao avaliarem compostos bioativos (antocianinas e licopeno) em microencapsulado do suco de açaí e na melancia encontraram quantidade superior no suco de açaí e na fruta, e menor quantidade nos microencapsulados, resultados contrários ao presente estudo. Os autores atribuíram esses resultados a alta temperatura de saída que levou às maiores perdas de antocianinas e licopeno, pois esses pigmentos possuem alta sensibilidade a temperaturas muito elevadas.

Neste estudo, a temperatura de secagem foi 120 °C e a temperatura de saída foi 60 °C. Estas resultaram inferiores aos estudos relatados para o encapsulamento de outros carotenóides com diferentes matrizes alimentares tais como bixina (Barbosa e Mercadante, 2006). Por outro lado, o encapsulamento do suco de pitanga roxa resultou em maior teor de carotenóides tais como o licopeno, o β -caroteno, zeaxantina e luteína (Rutz, 2013). Este fato também foi verificado em nossa pesquisa. O aumento do teor de carotenóides totais no MG pode ser explicado devido ao tipo de revestimento selecionado, dextrina utilizada na proporção de 1:1, a qual parece ter sido eficaz contra a oxidação dos carotenoides totais ocasionada pela baixa temperatura de saída do equipamento. E, ainda a matriz alimentar utilizada, polpa de goiaba, pode ter influenciado na manutenção do teor de carotenoides totais nas microcápsulas.

Assim, é provável que o tipo de revestimento, ou seja, o agente encapsulante selecionado (dextrina) e o grupo de compostos encontrados originalmente na matriz alimentar (polpa de goiaba) além dos carotenoides, influenciaram os resultados e a eficiência da encapsulação.

Os resultados de pH descritos na Tabela 2 para (G) e para o mix foi de $4,00 \pm 0,01$ e $3,69 \pm 0,01$, respectivamente, tendo apresentado diferença significativa entre si. Os valores médios de sólidos solúveis da polpa de goiaba e da mistura apresentaram diferença significativa, demonstrando aumento de sólidos solúveis devido a adição de dextrina.

Tabela 2 – Valores médios de sólidos solúveis expressos em graus Brix (°B) e pH para (G) e Mix

Análise	(G)	Mix
Sólidos solúveis (°B)	$8,30 \pm 0,00^{**}$	$10,90 \pm 0,12^{**}$
pH	$4,00 \pm 0,01^{**}$	$3,69 \pm 0,01^{**}$

(**) na mesma linha indicam diferença significativa ($t < 0,01$) entre os resultados obtidos da polpa da goiaba (G) e mix (dextrina e polpa de goiaba)

O valor médio da atividade de água encontrada nesse estudo foi de $0,2617 \pm 0,0006$ para MG, dado presente na Tabela 3, e esse valor está conforme o encontrado em outros estudos realizados em microencapsulados (Osorio *et al.*, 2011). Quek *et al.* (2007) ao realizar a secagem de suco de melancia adicionado de maltodextrina por *spray dryer* encontrou valores de atividade de água que variaram de 0,2000 a 0,2900, os autores atribuíram a baixa atividade de água do microencapsulado a maltodextrina utilizada como agente carreador. Sendo assim, fica evidente que no presente estudo, a proporção de dextrina utilizada auxiliou na diminuição da atividade de água do (MG).

Tabela 3 – Valores médios de atividade de água (A_w) para (G) e (MG)

Amostra	A_w
(G)	$0,9900 \pm 0,0000^{**}$
(MG)	$0,2617 \pm 0,0006^{**}$

(**) na mesma linha indicam diferença significativa ($t < 0,01$) entre os resultados obtidos da polpa da goiaba (G) e a polpa de goiaba microencapsulada (MG)

4. CONCLUSÃO

O elevado conteúdo de carotenoides totais e o perfil de cor desenvolvido por (MG) demonstrou que este suplemento é excelente matéria prima e pode servir como ingrediente funcional no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, C. C. O.; RESENDE, J. V.; CRUVINEL, R. S. R.; PRADO, M.E.T. Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenóides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada. *Ciên. e Tecnol. de Alimentos*, v.28, p. 830-839, 2008.
- BARBOSA, I. M. J.; MERCADANTE, A. Z. Avaliação da estabilidade das microcápsulas de bixina em diferentes matrizes alimentares *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.2, n.1, p.23-26, mar. 2008.
- BARROS, F. A. R.; STRINGHETA, P. C. Microencapsulamento de Antocianinas: uma alternativa para o aumento de sua aplicabilidade com ingrediente alimentício. *Biotechnol. Ciên. & Desenvolvimento*, v. 36, p. 18-24, 2006.

- CLARK, J. P. Food encapsulation: capturing one substance by another. *Food Technol.*, v.56, p.63-65, 2002.
- DEL POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of Acai (*Euterpe oleracea* Mart.). *J. Agric Food Chem.* v. 52, n.6, p. 1539-45, 2004.
- DEPYPERE, F.; DEWETTINCK, K.; RONSSE, F.; PIETERS, J. G. Food powder microencapsulation: principles, problems and opportunities. *App. Biotechn., Food Science and Policy*, v.1, p.75-94, 2003.
- GHARSALLAOURI, A.; ROUDART, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Res. Int.*, v. 40, p. 1107-1121, 2007.
- GUTIÉRREZ, R. M. P.; MITCHELL, S., SOLIS, R. V. Psidium guajava: uma revisão de seu uso tradicional, fitoquímica e farmacologia. *J. Ethnopharmacol*, v.17, p.1-27, 2008
- INSTITUTO Adolfo Lutz. *Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos*. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- OLIVEIRA, M. I. S.; TONON, R. V.; NOGUEIRA, R. V.; CABRAL, L. M. C. Estabilidade da polpa de morango atomizada utilizando diferentes agentes carreadores. *Braz. J. Food Technol, Campinas*, v.16, n.4, p. 310-18, out./dez., 2013.
- OSORIO, C.; FORERO, D. P.; CARRIAZO, J. G. Characterisation and performance assessment of guava (*Psidium guajava* L.) microencapsulates obtained by spray-drying. *Food Res. Int.* v.44, p.1174–1181, 2011.
- PATIL V.; CHAUHANA, A.K.; SINGHB, R.P. Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology. *Powder Technol.*, v.253, p. 230–236, 2014.
- PORCU, O. M. *Fatores que influenciam na composição de carotenoides em goiaba, acerola, pitanga e seus produtos processados*. 2004. 131 f. Tese. (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- PORCU, O. M. *Desenvolvimento de Produtos alimentícios com valor funcional agregado: uma alternativa agroindustrial* ISBN: 978-85-67 130-07-1 Lorena: Editôra Cabedalis, São Paulo, 2014 (*in press*).
- QUEK, S. J.; CHOK, N. R.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chem. Eng.and Proces.: Proc. Intensification*, v.46, mai., p. 386-392, 2007.

- RUTZ, Josiane Kuhn *Caracterização e Encapsulação do Suco de Pitanga Roxa (Eugenia uniflora L)*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciên. Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3, 2010.
- SHU, B.; YU, W.; ZHAO Y., LIU, X. Study on microencapsulation of lycopene by spray-drying. *Journal of Food Engineering*, v.76, p.664–669, 2006.
- TONON, R.V.; BRAB, C.; HUBINGER, M.D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*, v. 29(2): p. 444-450, abr.-jun., 2009.
- XAVIER, D. *Suplementação da Farinha de Trigo Integral com Ingredientes Funcionais Aplicada ao Desenvolvimento de Produto Alimentício para Diabéticos Insulino não Dependentes*. Dissertação (Mestrado em Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.