



## MICROENCAPSULAÇÃO DE CURCUMINA COM MALTODEXTRINA, AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Mirian Sousdaleff Laczkowski., UTFPR,  
, miriansousdaleff.87@gmail.com  
LACZKOWSKI, Ivan Marcelo, UTFPR,  
laczkowski@ig.com.br

### INTRODUÇÃO

O uso de corantes naturais em alimentos é uma tendência atual, em razão dos consumidores demandarem cada vez mais produtos naturais e que tragam benefício para saúde. A cor é um dos atributos de qualidade mais importantes para a indústria de alimentos, afetando a sua aceitação por parte dos consumidores, os quais a correlacionam diretamente com sua qualidade. Contudo, relatos de perigos para a saúde devido à toxicidade dos corantes sintéticos têm provocado uma movimentação na indústria de alimentos no sentido de aumentar o uso de corantes naturais em produtos alimentares processados (SELIM et al., 2008; BARROS e SRINGHETA, 2006).

O corante natural curcumina é originária da Índia sendo o maior produtor mundial de tubérculos de *Curcuma longa*. Sua produção é estimada entre 250 a 300 ton/ano. A maioria desses tubérculos é consumida na forma de tempero e somente uma pequena fração (1-1.5 tons) é convertida em extrato (SCOTTER, 2009; MARCOLINO, 2008).

A curcumina ( $C_{21}H_{20}O_6$ ), um polifenol natural amarelo-alaranjado, é obtida por extração com solvente orgânico da planta *Curcuma longa*. Para obter o pó concentrado de curcumina, é realizada a cristalização da óleo-resina a partir do tubérculo com uma pureza de aproximadamente 95%. É amplamente utilizada como corante alimentar e como potencial agente de proteção contra várias doenças crônicas, incluindo câncer, infecção-HIV, problemas neurológicos, cardiovasculares e doenças da pele. Esse corante é insolúvel em água e éter, é degradado em solução alcalina e instável na luz, fatores que usualmente limitam sua aplicação em alimentos (HENRY, 1992; DHILLON et al., 2006; JECFA, 2006).

Os padrões estabelecidos em relação à Ingestão Diária Aceitável (IDA), para a curcumina, está entre 0 a 3mg/Kg de massa corporal (JECFA, 2006).

O setor alimentício tem incentivado o desenvolvimento de novas formas de conservação dos pigmentos, dentre elas podem-se citar o microencapsulamento e a adição de antioxidantes como as mais importantes. A técnica de microencapsulação pode ajudar a resolver alguns dos problemas funcionais associados com os corantes naturais, pois oferece solubilidade melhorada e produtos estáveis à oxidação. É uma técnica em que gotas de um líquido, partículas ou bolhas de gás são envolvidas em uma película contínua de um polímero – o material de parede (VALDUGA et al., 2008).



Maltodextrinas com diferentes pesos moleculares são definidas como produtos hidrolizados (enzimas/ácidos) de amido e pertencem às matrizes mais comumente utilizadas como agente microencapsulante na área de alimentos. (ELNAGGAR et al., 2010).

São classificados pela sua equivalência dextrose (DE), uma medida de açúcares redutores totais em comparação com a glicose, com um valor de 100, relacionado à média do peso molecular. A sua utilização como agente microencapsulante é devida às suas propriedades físico-químicas e ao baixo custo de aquisição (CHRONAKIS, 1998; KILMARTIN, REID e SAMSON, 2004).

Pela capacidade de formar filme, suas propriedades plásticas e seu poder redutor os amidos hidrolizados podem proteger materiais microencapsulados contra a oxidação (QI e XU, 1999). O processo de microencapsulação pode ser realizado por meio de liofilização de uma emulsão/solução do material do núcleo com um microencapsulante, gerando produtos de excelente qualidade, uma vez que minimiza as alterações associadas a altas temperaturas (FELLOWS, 1990; AZEREDO, 2005).

As técnicas de análise aplicadas à avaliação de microencapsulação da curcumina por agentes microencapsulantes tem sido empregados, por meio de estudos térmicos como a Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) e Termogravimetria (TG), estudos de estabilidade fotoquímica, solubilidade e em meio alcalino, e recentemente a aplicação da técnica de análise fotoacústica (PAS), (DONSÍ, WANG e HUANG, 2010; WANG et al., 2009; MARCOLINO et al., 2011; SOUSDALEFF et al., 2013).

Mediante estas considerações, este estudo teve a finalidade de microencapsular a curcumina em maltodextrina DE20, por meio da técnica de liofilização, bem como a aplicação em alimentos, com o objetivo de proporcionar à indústria de alimentos corantes naturais com maior estabilidade em substituição aos corantes sintéticos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A curcumina, apresentando pureza 95% foi obtida da Christian Hansen; e a maltodextrina DE20 da Corn Products. Os demais solventes utilizados foram de grau analítico.

### Determinação espectrofotométrica dos corantes

Segundo a metodologia empregada por Marcolino et al., (2011), para a determinação do pico de absorção do corante curcumina foram utilizadas 4  $\mu\text{g/mL}$  de curcumina dissolvida em solução de álcool etílico e água na proporção 4:1 que foram preparadas para melhor verificação dos espectros de absorção. Alíquotas de 10 mL foram retiradas para leitura em espectrofotômetro UV-VIS (Cary 50 – Varian), utilizando como branco a solução de álcool etílico e água na proporção 4:1. Os espectros foram realizados em triplicata. Todos os procedimentos foram mantidos protegidos da luz.



### **Quantificação do corante curcumina**

Para o preparo das soluções contendo o corante curcumina o procedimento foi adaptado de procedimentos adaptados de Paramera *et al.* (2011), Kshirsagar, (2009), Tyaboonchai, Tungpradit e Plianbangchang, (2007). Adicionou-se 0,01 g de curcumina pura em um balão de 100 mL e completou-se o volume com álcool etílico e água destilada na proporção de 4:1. Em seguida, foi retirada uma alíquota de 10 mL e completou-se em outro balão com mais 100 mL de solução. Foram retiradas alíquotas de modo que as concentrações variassem de 0,8 a 4 µg/mL.

### **Microencapsulamento da curcumina**

A metodologia utilizada na microencapsulação do corante foi adaptada com algumas modificações de Wang *et al.* (2009) e Paramera *et al.* (2011) para a curcumina. Foi preparada uma solução contendo 1,1 g do corante, dissolvido em etanol, formando uma solução de 20%. Em seguida, foi pesada a quantidade da ordem de 21 gramas de maltodextrina DE20, dissolvida em 80 mL de água destilada a 60°C. Após a dissolução completa da maltodextrina, a solução foi resfriada a temperatura ambiente (25°C), sendo adicionada a solução contendo a curcumina. A solução foi agitada separadamente em agitador mecânico (Fisatom) por um período de 30 minutos a 2500 rpm. Após o período de agitação, a solução contendo as microcápsulas com o corante curcumina foi concentrada em vapor rotativo (Tecnal). Cada uma das soluções obtidas com as respectivas proporções, de ambos os corantes foi previamente congelada com nitrogênio líquido e submetida a processo de secagem em liofilizador (Christ – Alpha 1-4LD Plus). Após o período de secagem, obteve-se um pó seco e fino, por meio de moagem do liofilizado.

### **Estabilidade do corante em diferentes faixas de pH**

O corante puro e o microencapsulado por maltodextrina foram analisados em faixas de pH que variaram de 1 a 9 segundo metodologia utilizada por Wang *et al.* (2009). Foram preparadas soluções a 0,5% da curcumina com e sem maltodextrina, dissolvida em proporção etanol:água 4:1, adaptado de Paramera *et al.* (2011). Dessa solução, foram retiradas alíquotas para cada medida de pH. Cada uma das soluções em diferentes pH's foi analisada em espectrofotômetro em comprimento de onda máximo.

### **Solubilidade do corante em água**

Os corantes curcumina sem o processo de microencapsulação e a curcumina microencapsulada foram comparados em relação à solubilidade em água e tempo de dissolução, segundo metodologia utilizada por Wang *et al.* (2009).



Foram preparadas soluções a 0,3% de cada um dos corantes, curcumina e curcumina com maltodextrina DE20 (1:20). Posteriormente, mediu-se o tempo de solubilização dos corantes em água destilada por leve agitação, com tempo de solubilização estimado até 5 minutos.

### **Avaliação do microencapsulamento por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) e Termogravimetria (TG)**

Amostras de curcumina, curcumina microencapsulada com maltodextrina DE20 (1:20) e maltodextrina DE20 foram alocadas em cápsulas de platina e submetidas a análises simultâneas de DSC e TG. O equipamento (STA 409 PG- Luxx) foi operado em atmosfera de oxigênio (20 mL/min) a partir da temperatura ambiente até 500°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min.

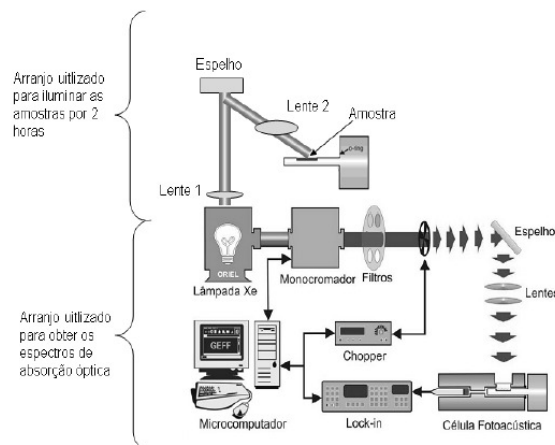
### **Avaliação dos espectros de absorção óptica do corante livre e do corante microencapsulado utilizando Espectroscopia Fotoacústica (PAS)**

As medidas de PAS foram realizadas neste estudo utilizando um arranjo experimental, como mostrado na Figura 1. Essa técnica avaliou a proteção exercida pelo filme de maltodextrina sobre o corante natural curcumina e o seu comportamento após a exposição das amostras por 2h em luz branca.

A luz monocromática foi obtida a partir de uma lâmpada de Xenônio com 700 W de potência (modelo 68820) e um monocromador (modelo 7725). O feixe de luz foi modulado com um modulador mecânico (chopper). A célula fotoacústica foi projetada para conter um volume mínimo. Feito a partir de um bloco de alumínio que foi usinado para conter amostras com dimensões máximas de 5 mm de diâmetro e 1 mm de espessura. A câmara do microfone de 15 milímetros foi conectada à câmara do porta-amostras por meio de um ducto de 1mm de diâmetro. O microfone com 12 mm de diâmetro (modelo 2639), fornecia um alto ganho de 50 mV/Pa e respondia a uma faixa de frequência a partir de 1 Hz a 10 kHz. O amplificador lock-in utilizado foi da EG & G Instruments (Modelo 5110). Para obter os espectros de absorção óptica, a frequência de modulação da luz foi fixada em 25Hz. As medições foram registradas entre 200 a 800 nm. A aquisição de dados foi realizada com um computador, e a linha de base para obtenção dos sinais de espectros da PAS foi normalizada com a utilização de carvão negro (ROSENCWAIG E GERSHO, 1976). Inicialmente, as amostras em pó foram colocadas no porta-amostra e este inserido na célula fotoacústica, obtendo-se o primeiro espectro de absorção. Após a medida, sem remover a amostra, o porta-amostra foi posicionado sob a bancada para que a amostra recebesse a incidência de luz branca por 2 horas. Ao passar por uma saída lateral na caixa que envolve a lâmpada, o feixe de luz branca foi focado sobre a amostra com o auxílio de lentes e espelho. A potência da luz que chegava até a amostra foi da ordem de 80 mW. Passado o



período de exposição à luz branca, o porta-amostra foi novamente posicionado na célula fotoacústica e um novo espectro de absorção óptica foi obtido.



**Figura 1:** Arranjo experimental da Espectroscopia Fotoacústica.

### Aplicação em Alimentos

A aplicação em alimentos do corante curcumina puro e microencapsulado foi realizada em sorvete sabor creme (MARSHALL e ARBUCKLE, 2008).

O sorvete foi obtido a partir de 2 litros de leite pasteurizado, sendo adicionados nata, emulsificantes, liga neutra, saborizante e açúcar. Três amostras em triplicata foram preparadas; na primeira amostra, não foi adicionado corante; na segunda amostra, foi adicionado 0,5% do corante curcumina; na terceira amostra, foi adicionado 0,5% de curcumina microencapsulada em maltodextrina DE20 (1:20). As amostras de sorvete foram mantidas em freezer (-20°C).

### Análise sensorial

O teste aplicado para avaliação sensorial do produto (sorvete) foi o Teste de Aceitação, e contou com a participação total de 80 avaliadores não treinados. Para a avaliação sensorial do sorvete, cada um dos avaliadores recebeu três amostras e água para tomar no intervalo entre as amostras. Receberam juntamente uma ficha para anotação da avaliação, a qual continha uma escala hedônica de nove pontos (1 = "desgostei muitíssimo"; 9 = "gostei muitíssimo") e intenção de compra (certamente compraria/certamente não compraria) para os produtos elaborados (FERREIRA et al., 2000).

Para a realização dos testes sensoriais, o presente trabalho foi aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá (protocolo CAAE no. 0339.0.093.000-11).

### Análise estatística



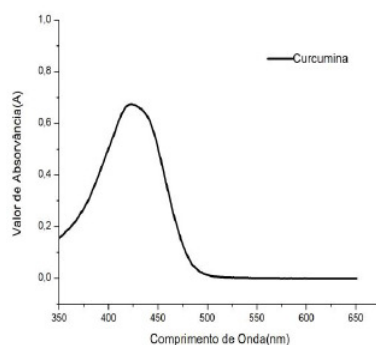


Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) ( $p < 0.05$ ) e teste de Tukey para comparação das médias, conforme descrito em Statistica, (2010) utilizando o software Statistica 10.0/2010.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Determinação espectrofotométrica da curcumina livre

As determinações espectrofotométricas do corante natural curcumina é apresentada na Figura 2, respectivamente.



**Figura 2:** Espectro de absorção do corante comercial curcumina.

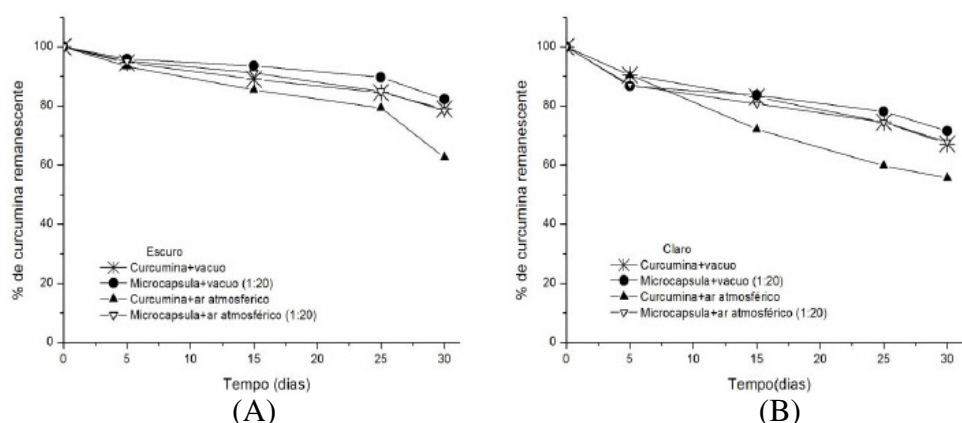
A Figura 2 apresenta a varredura para determinação do espectro de absorção da curcumina em solução de proporção etanol:água 4:1 (volume:volume) na concentração de  $4 \mu\text{g/mL}$ . Para o referido corante, notou-se a formação do pico de absorção máximo em  $426 \text{ nm}$ . Para curcumina, conforme dados de literatura apresentados por Zcila et al. (2003) e Wang et al., (2009), as leituras realizadas em solução de álcool etílico apresentaram um pico de absorção máximo de  $425 \text{ nm}$ . De acordo com Dyerssen et al. (1972), em pH 3-7 a curcumina exibe um máximo de absorção na proporção de etanol e água 1:1 de  $430 \text{ nm}$ , sugerindo que o pico de absorção da curcumina é dependente do solvente e faixa de pH.

### Estabilidade do corante livre e microencapsulado frente à luz e ar atmosférico

O corante natural curcumina, apresentou estabilidade com melhor porcentagem de retenção de cor obtida com a curcumina microencapsulada em maltodextrina DE20 embalada à vácuo, com taxa de decaimento cerca de 18%. Para as amostras que permaneceram em presença de luz, a melhor porcentagem de retenção observada foi de 71% para a curcumina microencapsulada (1:20) embalada à vácuo. Comparando-se os corantes curcumina livre e curcumina microencapsulados, que permaneceram armazenadas no escuro (Fig. 3A) com os que permaneceram na presença da luz natural (Fig. 3B), observou-se que houve uma retenção cerca de 27% a mais para as amostras

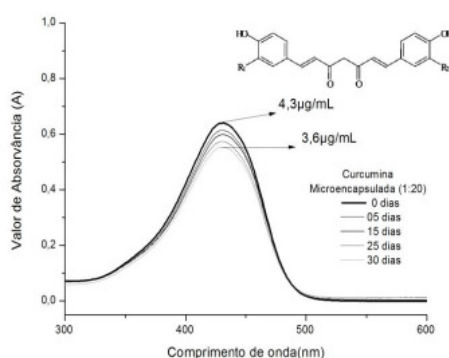


microencapsuladas que permaneceram no escuro e na ausência de ar atmosférico em relação as amostras sem o processo de microencapsulação que permaneceram no claro e com presença de ar atmosférico, sendo que esta última amostra apresentou um decaimento de aproximadamente 45% após 30 dias, sugerindo que a luz e a presença de ar atmosférico (oxigênio) influenciam na degradação do corante.



**Figura 3:** Estabilidade da curcumina livre e microencapsulada com maltodextrina DE20 (proporção de 1:20) no escuro com presença de oxigênio e à vácuo; (A) armazenadas sob luz natural com presença de oxigênio e à vácuo (B).

Os melhores resultados obtidos, foram para a curcumina microencapsulada com maltodextrina DE20 na proporção 1:20 e foi monitorada por meio de leituras dos espectros de absorção, conforme pode ser observado na Figura 4.



**Figura 4:** Monitoramento dos espectros de absorção de curcumina microencapsulada no período de 30 dias.

Para o corante curcumina microencapsulado, o resultado entre as concentrações avaliadas depois de 30 dias apresentou um decaimento relativamente baixo, ou seja, de apenas de 0,7 µg/mL entre 4,3 µg/mL a 3,6 µg/mL, ou seja, a diferença de concentração medida entre 0 e 30 dias.

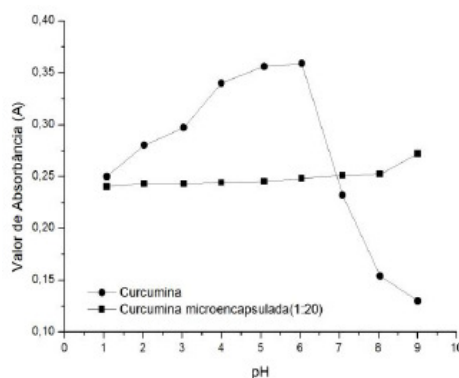


### Solubilidade dos corantes livres e microencapsulados em água

No caso da curcumina livre, como observado por Wang et al. (2009), a solubilidade utilizando água como solvente não foi resolvida, enquanto que a curcumina microencapsulada com maltodextrina DE20 na proporção 1:20 foi resolvida após 1 minuto e 35 segundos, sem apresentar precipitações ou aglomerados, mostrando que o processo de liofilização combinado com maltodextrina fornece uma melhora da solubilização para curcumina.

### Estabilidade do corante livre e microencapsulado em diferentes faixas de pH

A curcumina microencapsulada com maltodextrina DE20 na proporção 1:20, apresentou comportamento praticamente invariável na faixa entre o pH 1 a 8, com uma leve diferença no valor de absorção na faixa de pH 9. Já para a curcumina livre, foi observado que o pH afeta de forma expressiva o corante, pois ocorreu uma elevação da absorvância até pH 6, com posterior queda brusca até pH 9 (Fig. 5). Estudos realizados por Wang et al. (2009) na faixa de pH até 6, demonstraram queda de até 15% nos valores de absorvância para a curcumina livre, e para a curcumina microencapsulada com gelatina e amido modificado por processo de secagem por *spray-drying*, as quedas foram de 3,3 e 2,6%, respectivamente. Estes autores relatam que a curcumina é depositada na condição de acidez, e em condições de álcali, sua cor se passa para vermelho-tijolo, afetando sua aplicação em alimentos, efeitos que não foram observados neste estudo na faixa de pH entre 2 até 8 após o microencapsulamento. Portanto, os resultados apresentados por meio do processo realizado neste estudo, sugerem uma proteção em faixas de pH ácidas a básicas sem precipitação e alteração da cor.



**Figura 5:** Estabilidade frente ao pH para curcumina livre e microencapsulada.

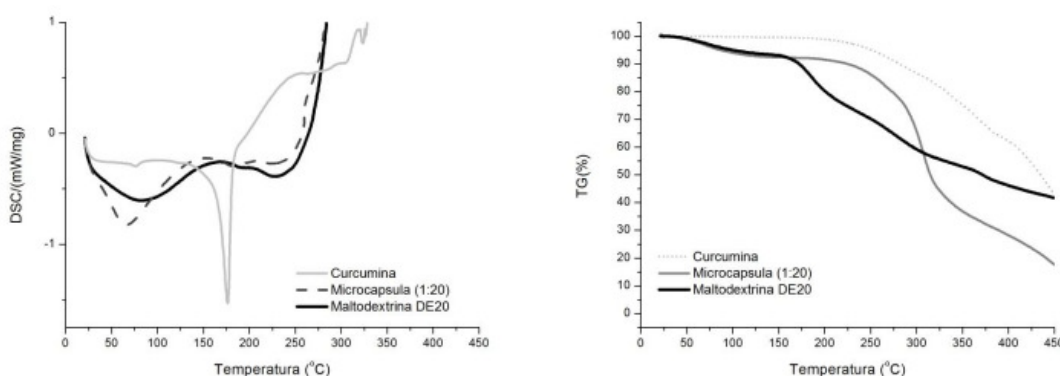
### Avaliação do microencapsulamento por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) e Termogravimetria (TG)

Para o corante curcumina, o pico endotérmico que aparece na curva de DSC (Fig. 6A), indica a temperatura de fusão a 176°C, como relatado por Marcolino *et al.* (2011) e Donsí, Wang e Huang, (2010). Na sequência da curva, aparece um pico exotérmico, provavelmente devido à decomposição





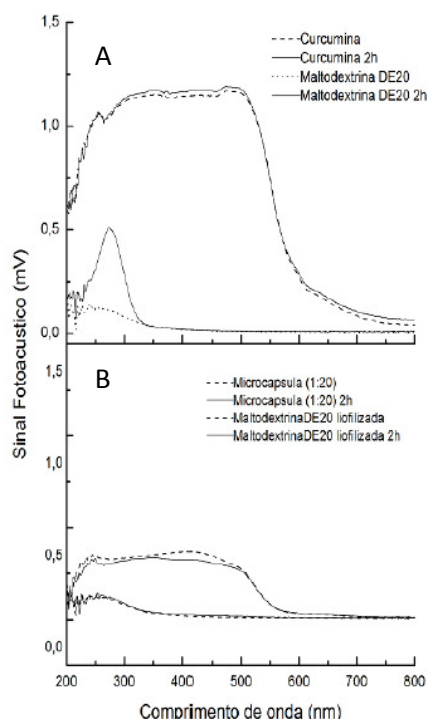
térmica da curcumina em um pico a 260°C. Na curva que representa o composto de formação de microcápsula, o pico endotérmico não é observado, indicando uma suposta proteção ao corante exercida pela maltodextrina. Os picos endotérmicos a 67°C e 81°C da curcumina microencapsulada e da maltodextrina DE20, representam, respectivamente, a perda de água. A temperatura inicial de perda de massa para a curcumina livre foi de aproximadamente 201°C, enquanto que para a curcumina microencapsulada foi de 228°C. Os resultados observados nas curvas de DSC e TG para a análise térmica com a curcumina livre e microencapsulada (Figuras 7A e B) indicam uma interação do corante com a maltodextrina, sugerindo certa estabilidade para a microcápsula.



**Figura 6:** Termograma de Calorimetria Diferencial de Varredura (A) e Termograma de Termogravimetria (B) da curcumina livre e microencapsulada com maltodextrina DE20 na proporção 1:20.

### Avaliação dos espectros de absorção óptica dos corantes livres e microencapsulados utilizando Espectroscopia Fotoacústica (PAS)

A espectroscopia fotoacústica nas regiões UV, Vis e IR tem sido utilizada para a determinação em termos de composição qualitativa e quantitativa (SCOTTER, 2009). A primeira etapa da PAS foi obter o espectro de absorção óptica do corante natural curcumina, do agente microencapsulante maltodextrina DE20 e das microcápsulas formadas entre a maltodextrina e o corante. Em uma segunda etapa, foi avaliada a possível proteção exercida pela maltodextrina ao corante e o comportamento quando exposto à luz branca (lâmpada de Xenônio). A Figura 7 mostra os espectros de absorção óptica do corante livre, do agente microencapsulante e do corante microencapsulado. Nota-se que o corante, tanto livre como microencapsulado, exibem altas taxas de absorção em toda a região espectral avaliada. Apenas a maltodextrina tem sua absorção restrita até a região espectral do ultravioleta (350 nm).



**Figura 7:** Curcumina livre tempo 0 e após 2h em luz; maltodextrina DE20 tempo 0 após 2h na luz (A); curcumina microencapsulada (1:20) tempo 0 e após 2h na luz; maltodextrina DE20 liofilizada tempo 0 e após 2h em luz (B).

A curcumina livre e microencapsulada apresentou-se instável na presença de luz (Fig. 7A e 7B). Portanto, a maltodextrina parece não proteger a curcumina quando essa permaneceu exposta à luz por 2h, uma vez que o sinal fotoacústico para a microcápsula aumenta na região entre 300 e 500 nm, onde o corante livre também apresentou alteração.

Segundo estudos apresentados por Tonnesen, Karlsen e Henegouwen, (1986), a curcumina, se decompõe quando exposta à radiação UV-Vis por meio da quebra da ligação  $\beta$ -dicetona, levando à formação de pequenos compostos fenólicos, ou seja, vanilina, ácido ferúlico, feruloylmetano, ácido vanílico e aldeído, enquanto o principal produto de fotodegradação é um produto de ciclização, formado pela perda de dois átomos de hidrogênio. A microencapsulação tem sido utilizada para proteção de compostos fotossensíveis a fim de evitar a fotodegradação (AZIZ, PEN e TAN, 2007; TONNESEN, KARLSEN E HENEGOUWEN, 1986; WANG et al., 2009). Rusig e Martins, (1992) constataram em seu trabalho que a luz foi o fator de maior significância sobre a degradação da curcumina quando comparada com outros fatores como estabilidade ao pH. Embora vários estudos tenham apresentado resultados a fim de se evitar a fotodegradação da curcumina, o fator luz ainda é alvo de pesquisas visando minimizar ao máximo os efeitos indesejáveis causados sobre esse corante. Com relação à maltodextrina, estudos devem ser realizados para esclarecimento do seu comportamento na região UV.

**Análise sensorial dos alimentos com os corantes livres e microencapsulados**



Com relação à análise sensorial do sorvete de creme, os valores mostrados na Tabela 1 resultaram em um valor de 7,66 para o atributo cor em uma escala de 9 pontos, embora para todos os atributos avaliados (cor, textura, sabor e aroma) não houve diferença significativa entre as amostras ( $p < 0.05$ ). Uma justificativa para este comportamento poderia ser explicado devido o uso de provadores não treinados. No trabalho publicado por Marcolino et al. (2011), foi realizada a análise sensorial de queijo minas frescal contendo entre uma das amostras o corante curcumina complexado em  $\beta$ -ciclodextrina, acrescido em 20ppm na formulação desta amostra. Os resultados apresentaram um melhor destaque de aprovação para o atributo sabor (60%) seguido da cor (43%).

**Tabela 1:** Média e desvio-padrão do teste de Aceitação por atributos: aroma, cor, textura e sabor das formulações de sorvetes.

| Amostra de Sorvete         | Atributos               |                         |                         |                         |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                            | Cor                     | Textura                 | Sabor                   | Aroma                   |
| Curcumina                  | 7.31 <sup>a</sup> ±1.42 | 7.54 <sup>a</sup> ±1.34 | 7.75 <sup>a</sup> ±1.15 | 7.21 <sup>a</sup> ±1.36 |
| Sem corante                | 6.81 <sup>a</sup> ±1.68 | 7.61 <sup>a</sup> ±1.33 | 7.56 <sup>a</sup> ±1.34 | 6.99 <sup>a</sup> ±1.35 |
| Curcumina microencapsulada | 7.66 <sup>a</sup> ±1.30 | 7.45 <sup>a</sup> ±1.38 | 7.58 <sup>a</sup> ±1.53 | 6.86 <sup>a</sup> ±1.53 |

<sup>a,b</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que a curcumina microencapsulada, com maltodextrina DE 20 na proporção 1:20, apresentou bons resultados devido o corante apresentar caráter lipofílico. A curcumina microencapsulada, exposta em uma ampla faixa de pH, permaneceu mais estável em comparação com a curcumina não microencapsulada. Um resultado que também apresentou eficácia foi a solubilidade melhorada para a curcumina microencapsulada por maltodextrina. A estabilidade térmica observada nas curvas de DSC e TG confirmou um melhor resultado para a curcumina microencapsulada. A aplicação da técnica de PAS mostrou que tanto o corante livre quanto o microencapsulado por maltodextrina DE20 não apresentaram estabilidade quando expostos à luz branca da lâmpada de Xenônio. Do ponto de vista sensorial, o produto elaborado com o corante microencapsulado por maltodextrina DE20, teve boa aceitabilidade. Portanto, a liofilização apresentou-se como um processo favorável de microencapsulação de corantes naturais e a maltodextrina, além de ser um agente protetor de baixo custo no Brasil devido o grande número de fecularias existentes no país, mostrou ser uma boa opção para estabilização de corantes naturais utilizados no setor alimentício.

## REFERÊNCIAS



- AZEREDO, H.M.C. Encapsulação: Aplicação a tecnologia de alimentos, **Revista Alim. Nutr., Araraquara**, v.16, p.89-97, 2005.
- AZIZ, H.A. PEN, K.K. TAN, Y.T.F. Solubility of core materials in aqueous polymeric solution effect on microencapsulation of curcumin. **Drug Dev. Ind. Pharm.** v.33, p.1263–1272, 2007.
- BARROS, F.A.R. SRINGHETA, P.C. Microencapsulamento de antocianinas, **Biotecnologia Ciênc. Desenvolv.** v.36, p. 273-279, 2006.
- CHRONAKIS, I.S. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural–functional mechanisms of maltodextrins: a review, **Crit. Rev. Food Sci.** 38 (1998) 599–637.
- DHILLON, N.; WOLFF R.A.; ABBRUZZESE, J.L.; CAMACHI, L.H.; LI, L. Phase II clinical trial of curcumin in patients with advanced pancreatic cancer, **J. Clin. Oncol.** v.24, p.141–151, 2006.
- DONSÍ, F. WANG, Y. LI, J. HUANG, Q. Preparation of Curcumin Sub-micrometer Dispersions by High-Pressure Homogenization, **J. Agr. Food Chem.** v.58, p.2848–2853, 2010.
- DYERSEN, D.W. NOVIKOV, Y.P. UPPSTRDM, L.R. Studies on the chemistry of the determination of boron with curcumin, **Anal. Chim. Acta** v. 60, p.139-151, 1972.
- ELNAGGAR, Y.S.R. EL-MASSIK, A.M. ABDALLAH O.Y. EBIAN, A.E.R. Maltodextrin: A novel excipient used in sugar-based orally disintegrating tablets and phase transition process, **AAPS Pharm. Sci. Tech.** v.11 p. 645-651, 2010.
- FELLOWS, P.: *Dehydration. Food processing technology. Principles and practice*, Ellis Horwood, New York, NY, USA, (1990).
- FERREIRA, V.L.P. ALMEIDA, T.C.A. PETTINELLI, M.L.C.V. SILVA, M.A.A.P. CHAVES, J.B.P. BARBOSA, E.M.M.: *Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos*. Manual: Série Qualidade. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, BR (2000).
- HENRY B.S.: Natural Food Colours. In: *Natural Food Colorants*. G.A.F. Hendry, J.D. Houghton, (EDs), Blackie, London, UK p. 39-78, 1992.
- JECFA (JOINT EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES). Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. (2006), Roma, Italia (<http://www.jecfa.ilsa.org/search.cfm>).
- KILMARTIN, P.A. REID, D.S. SAMSON, I. Dielectric properties of frozen Maltodextrin solutions with added NaCl across the glass transition, **J.Sci. Food Agr.** v.84, p. 1277–1284, 2004.
- KSHIRSAGAR, A.C. YENGE, V.B. SARKAR, A. SINGHAL, R.S. Efficiency of pullulan in emulsification of turmeric oleoresin and its subsequent microencapsulation. **Food Chem.** v.113, p.1139–1145, 2009.
- MARCOLINO, Vanessa. **Inclusão de bixina, curcumina e betanina em ciclodextrina para aplicação na indústria de alimentos**. 139 f. *Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos*, Dep. Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- MARSHALL, R.T. ARBUCKLE, W.S.: *Ice cream*, International Thomson Publishing, Florence, KY, USA, (1996).
- PARAMERA, E.I. KONTELES, S.J. KARATHANOS, V.T. Stability and release properties of curcumin encapsulated in *Saccharomyces cerevisiae*, b-cyclodextrin and modified starch, **Food Chem.** v.125, p. 913–922, 2011.
- QI, Z.H. XU, A. Starch-based ingredients for flavor encapsulation, **Cereal Foods World.** v.44, p. 460-465, 1999.
- ROSENCWAIG, A. GERSHO, A. Theory of the photoacoustic effect with solids, **J.Appl. Phys.** v. 47, p.64–69, 1976.
- RUSIG, O. MARTINS, M.C. Efeito da temperatura, do pH e da luz sobre extratos de oleorresina de cúrcuma (*Curcuma longa L.*) e curcumina, **Rev. Bras. Cor. Nat.** v.1, p.158-164, 1992.
- SCOTTER, Michael The chemistry and analysis of annatto food colouring: a review. **Food Addit. Contam.** v.26, p. 1123–1145, 2009.



# O MÉTODO CIENTÍFICO

21 a 25 de outubro de 2013

# EPCT

VIII Encontro de Produção Científica e Tecnológica

- SELIM, K.A. KHALIL, K.A. ABDEL-BARY, M.S. ABDEL-AZEIN, N.A. Extraction, Encapsulation and Utilization of Red Pigments from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as Natural Food Colourants. *Alex. J. Fd. Sci. Technol. Special Volume Conference* p.7-20, 2008.
- SOUSDALEFF, M.; BAESSO, M.L.; MEDINA NETO, A.; NOGUEIRA, A.C.; MARCOLINO, V.A.; MATIOLI, G. Microencapsulation by freeze-drying of potassium norbixinate and curcumin with maltodextrin: stability, solubility, and food application. *J Agric Food Chem.* v.4, p.955-65, 2013
- STATISTICA (Data Analysis Software System), v. 10, StatSoft, Inc, Tulsa, OK, USA (2010) ([www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)).
- TIYABOONCHAI, W. TUNGPRADIT, W. PLIANBANGCHANG, P. Formulation and characterization of curcuminoids loaded solid lipid nanoparticles, *Int. J. Pharm.* v.337, p. 299–306, 2007.
- TONNESEN, H.H. KARLSEN, J. HENEGOUWEN, G.B. Studies on curcumin and curcuminoids. VIII. Photochemical stability of curcumin. *Z. Lebensm. Unters. For.* v.183, p. 116–122, 1986.
- VALDUGA, Eunice, LIMA, L. PRADO, R. PADILHA, F.F. TREICHEL, E. Secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço da uva Isabel (*Vitis Labruca*), *Ciênc. Agrotec. Lavras.* v.32, p. 1568-1574, 2008.
- ZCILA, F. BIKÁDI, Z. SIMONYI, M. Molecular basis of the cotton effects induced by the binding of curcumin to human serum albumin, *Tetrahedron-Asymmetr.* v.14, p. 2433-2444, 2003.