



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

TEORES DE CAROTENOIDES E ACIDEZ EM MICROPARTÍCULAS DE BOCAIUVA ARMAZENADAS EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE ACELERADO

Amanda Dambrós Pereira¹; Priscilla Narciso Justi², Vinícius Soares de Oliveira²; Eliana Janet Sanjinez-Argandoña³

UFGD-FAEN, C. Postal 533, 79804-970 Dourados-MS, E-mail:

Amanda_dambros@hotmail.com

¹PIBIC /UFGD/CNP. ²Pos-graduandos UFGD ³Orientadora, professora da FAEN/UFGD

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o conteúdo de carotenoides e acidez em micropartículas de óleo de bociuva durante o armazenamento em ambiente acelerado. As micropartículas foram obtidas por coacervação complexa do óleo de bociuva (núcleo com agentes encapsulantes goma arábica e gelatina e liofilizadas, logo foram submetidas às condições de armazenamento em ambiente acelerado (35°C e 84% URE). Durante o período de armazenamento, a cada 15 dias foram realizadas as análises de carotenoides, índice de acidez e de peróxidos, umidade e cor. Os resultados mais relevantes mostraram que os carotenóides foram preservados, durante o período de 60 dias nas micropartículas de óleo de bociuva, o índice de acidez foi menor com o tempo de estocagem, conseqüentemente não se observou formação de peróxidos. Concluindo-se que técnica de microencapsulação por coacervação complexa e liofilização foi eficiente na proteção dos carotenoides presentes no óleo que permite sua utilização como micropartícula biologicamente ativa.

Palavras-chave: Microencapsulação, óleo de bociuva, conservação de bioativos, *Acrocomia aculeada*.

INTRODUÇÃO

A bocaiuva ou macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma palmeira da família *Palmae* típica do cerrado brasileiro, facilmente encontrada no estado do Mato Grosso do Sul. O caule da palmeira é coberto de espinhos e pode chegar até 10 metros de altura (RAMOS, 2008). No Pantanal de Mato Grosso do Sul, a formação de frutos da bocaiuva inicia-se, geralmente, em setembro e o processo de maturação leva vários meses, podendo durar até um ano. A maior disponibilidade de frutos maduros ocorre entre outubro e dezembro. A frutificação da bocaiuva em cachos com cerca de 10 a 12 kg. O ponto ideal de maturação para a colheita ocorre quando os primeiros frutos se desprendem dos cachos e caem ao solo (ANDRADE et al., 2006), o aspecto físico do fruto é casca marron e polpa amarela (figura 1)



Figura 1. Fruto bocaiuva.

A polpa e a amêndoa na forma *in natura* são consumidas pela população local ou nas preparações da culinária regional, tais como sorvetes, bolos, paçoca doce e cocada, podendo enriquecer a dieta como fonte complementar de nutrientes essenciais (ALMEIDA, 1998; SANO; ALMEIDA, 1998). O fruto apresenta uma casca verde e sua semente rica em lipídeos totais, carboidratos, fibras, zinco, potássio e β -caroteno (RAMOS, 2008). O óleo extraído do fruto é rico em β -caroteno e apresenta propriedades antioxidantes que podem prevenir doenças provocadas pela ação dos radicais livres, além de ser precursor da vitamina A (UENOJO, 2007). No entanto, a utilização dos seus efeitos benéficos é limitada, pois os carotenóides apresentam instabilidade quando expostos à luz, oxigênio e pH ou temperaturas elevadas, dependendo do carotenoide, alterando suas propriedades funcionais e antioxidativas. Outro problema encontrado é a degradação química dos ácidos graxos como hidrólise, oxidação, ou fermentação,

aumentando a concentração dos ionshidrogenio, e consequentemente a acidez do óleo, oxidação, entre outros tornando-o impróprio para o uso.. A aplicação da microencapsulação surge como uma alternativa para proteção do óleo contra a deteriorizaçãodos carotenóidese outras alterações químicas.

As micropartículas são pequenas partículas sólidas e esféricas com tamanho que varia entre 1 e 1000 μm (ARSHADY, 1991; BURGESS; HICKEY, 1994). Podem ser homogêneas ou heterogêneas, mono ou polinucleadas, conforme o tipo de material de recheio utilizado e da maneira na qual o material ativo estará distribuído na sua matriz (Figura 2) (AFTABROUCHAD; DOELKER, 1992). Geralmente são constituídas por um material de recheio e por uma parede formada por biopolímeros, que pode ter características variadas em função dos materiais utilizados e do processo empregado para sua formação. Além disso, as propriedades de retenção, proteção e liberação controlada, característica das micropartículas, tornam a técnica de microencapsulação muito interessante para produção de um produto no qual é preciso a proteção da composição biológica do recheio. (ALVIM, 2005). Essa tecnologia de microencapsulaçãotem sido empregada com êxito na indústria de cosméticos, farmacêutica e alimentícia (FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008).

Dentro da área de alimentos, ela é utilizada para a proteção contra adversidades do meio (umidade, pH, calor, oxigênio, luz) aumentando assim a estabilidade e mantendo a viabilidade do material encapsulado. Além disso, é empregada para facilitar o manuseio e também mascarar sabores ou odores indesejáveis do material do núcleo (BARANAUSKIENÉ et al., 2007; DESAI; PARK, 2005; SHAHIDI; HAN, 1993).

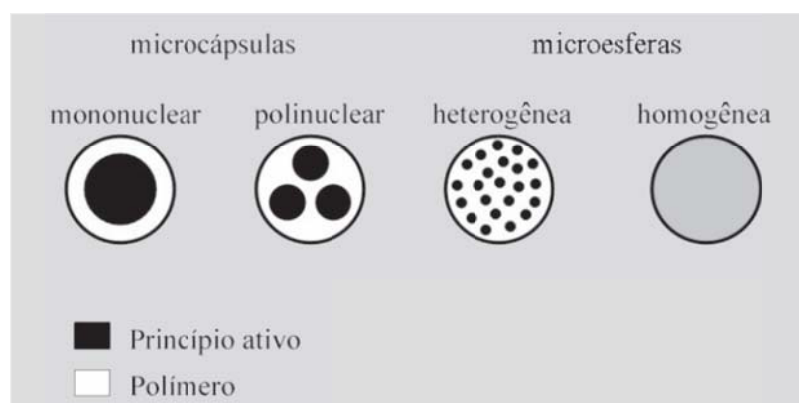


Figura 2. Modelos de estrutura dos diferentes tipos de micropartículas (Adaptado de Silvia, 2003).

A microencapsulação por coacervação complexa consiste em uma separação de fases após a interação eletrostática entre dois polímeros de cargas opostas, tornando um complexo neutro no qual se precipita. Esses complexos podem se formar em volta de gotículas de materiais, geralmente, insolúveis em água, como o óleo, através do controle de temperatura, rotação e pH. (TOLSTOGUZOV, 1997; SCHMITT et al., 1998; KRUIFF; TUINIER, 2001; KRUIFF et al., 2004). Do exposto, estudos sobre o comportamento dos carotenoides e da formação de íons livres de hidrogênio durante o armazenamento são ainda necessários. Diante disso, o objetivo do trabalho foi determinar e avaliar os teores de carotenoides, índices de acidez e peróxidos em micropartículas de bocaiuva durante o armazenamento em ambiente acelerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Microencapsulação

As micropartículas foram obtidas por coacervação complexa na melhor condição de processo obtida por Lescano (2013) Foram usados como materiais de parede soluções de goma arábica carregada eletricamente negativa e gelatina suína carregada eletricamente positiva, e como recheio óleo de bocaiuva. Para isso as soluções de goma arábica (2,5% p/v) e gelatina (2,5% p/v) foram diluídas, separadamente, em 100 mL de água deionizada, mantidas em agitação constante em agitador magnético até atingir a temperatura de 60 °C. Após atingir a temperatura desejada (60 °C), adicionou-se 5 g de óleo de bocaiuva na solução de gelatina, a mistura foi emulsificada em homogeneizador Ultra-Turrax 18.000 rpm por 1 minuto. Logo em seguida a solução de goma arábica foi vertida na emulsão de gelatina obtida. Posteriormente a mistura resultante foi adicionada em 400 mL de água previamente aquecida a 60 °C. Mantendo-se a rotação da placa, alterou-se o pH da mistura resultante para 4, considerado como pH em que ocorre facilmente a interação eletrostática entre os polímeros. É neste momento que ocorre a formação das micropartículas. Mantendo apenas a rotação da placa até a temperatura baixar para 40°C, resfriou-se a solução até atingir 20°C (Figura 3 A e B). O material foi retirado da placa e colocado sob refrigeração por 24 horas para decantar. Após este período, retirou-se a primeira fase, pobre em polímeros e, a segunda fase rica em polímeros foi acondicionada em recipientes congelada. Após o

congelamento as micropartículas foram liofilizadas para ter um material estável a temperatura ambiente e preservar as propriedades biológicas do material de recheio (Figura 3 C).

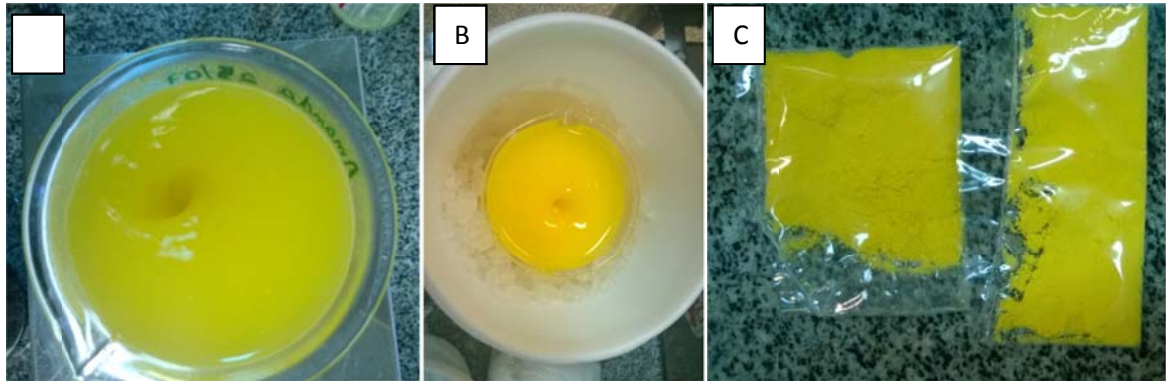


Figura 3. Etapas do processo de produção das micropartículas por coacervação complexa: A) Micropartículas na placa de agitação; B) Micropartículas úmidas resfriando; C) Micropartículas liofilizadas.

Estabilidade acelerada

Amostras de micropartículas de bocaiuva liofilizadas foram acondicionadas em um dessecador contendo solução saturada de cloreto de potássio (**84% URE**) e colocadas em câmara incubadora BOD a 35°C durante o período de 60 dias (Figura 4). As amostras foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados (15 dias) e realizadas as análises



Figura 4. Micropartículas acondicionadas na BOD.

Carotenóides

A determinação de carotenóides foi realizada de acordo com Rodriguez-Amaya (2005). Foram pesadas 2 gramas de amostra e, extraídos os carotenóides totais com acetona P.A até as micropartículas ficarem brancas. A solução acetona/carotenóides foi filtrada a vácuo após cada lavagem com acetona. A solução foi transferida para um balão de separação no qual se adicionou 150 ml de éter de petróleo. A solução éter de petróleo, acetona e carotenóides foi lavada com água destilada para a retirada da acetona. O éter de petróleo-carotenóides foi transferido para um balão volumétrico (250 ml) e completado o volume com éter de petróleo. A absorvância do material foi lido em espectrofotômetro a 450 nm de comprimento de onda, previamente calibrado com éter de petróleo. A análise foi realizada em triplicata.

Índice de acidez

O índice de acidez foi determinado pelo método da AOAC Official method 940.28 (2000) que fornece o estado de decomposição do óleo seja por hidrólise, oxidação ou fermentação. Pesou-se uma grama de amostra que foi homogenizada com 25 ml éter etílico:Álcool etílico (2:1 v/v) e adicionada duas a três gotas fenolftaleína. A mistura foi submetida a titulação com hidróxido de potássio 0,1 N padronizado. A análise foi realizada em triplicata

Índice de Peróxidos

O índice de peróxidos foi determinado pelo método AOAC Official method Cd 8-53, (2000) o qual indica as substâncias que oxidam o iodeto de potássio nas condições dos testes. Para a determinação do índice de peróxidos pesaram-se 5 gramas de amostra do óleo de baciaiuva, adicionou-se 30 ml de solução ácido acético:clorofórmio 3:2 (v/v). Após a dissolução da amostra adicionou-se 0,5 ml de solução saturada de iodeto de potássio colocando-se em repouso por 1 minuto ao abrigo da luz. Depois disso foi

acrescentado 30 ml de água destilada e realizada a titulação com solução padronizada de tiosulfato de sódio padronizado 0,1 N. Após a titulação adicionou-se 0,5 ml de solução de amido 1%, tornando o sistema azul. Titulou-se novamente com tiosulfato de sódio padronizado 0,1 N até que a coloração azulada tenha desaparecido. A análise foi realizada em triplicata.

Cor

Os parâmetros L^* , que indica luminosidade (0 preto e 100 branco), a^* que representa as cores verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos) e b^* que representa azul (valores negativos) e amarelo (valores positivos) foram determinados no Sistema CIELab, utilizando o colorímetro da marca Konica Minolta modelo (C...400)..

A umidade das amostras foi determinada por gravimetria, em estufa a 105°C. A análise foi feita em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 6 mostra a cinética do conteúdo de carotenóides nas micropartículas liofilizadas durante o período de armazenamento. Observa-se que com o tempo houve degradação dos carotenóides, sendo maior após 15 dias de armazenamento. Os carotenóides até 60 dias de armazenamento seguiram tendência linear de degradação como pode ser observada na Figura 6. Isto mostra que a alta umidade aliada à temperatura, presente no microambiente, favorecem à degradação. Contudo, ao final do período de armazenamento (60 dias) a retenção de carotenóides foi de 50% em relação à quantidade inicial (tempo 0).

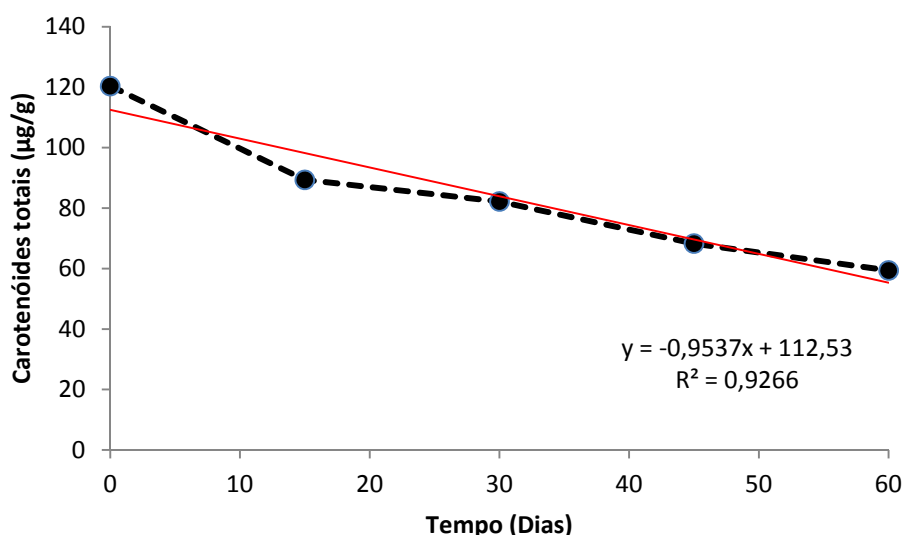


Figura 6. Cinética da degradação de carotenóides de micropartículas liofilizadas armazenadas a 35°C e 84% de umidade relativa durante 60 dias.

O teor de carotenóides encontrada para o óleo de bocaiuva foi de 247,1724 (µg/g), resultado muito próximo ao encontrado por Coimbra e Jorge (2011) no óleo da polpa da bocaiuva (300,01 µg/g).

Quando comparadas a quantidade de carotenóides obtida nas micropartículas úmidas e liofilizadas (Tabela 1), observa-se que houve grande aumento na quantidade de carotenóides. Uma das hipóteses para este comportamento é a liofilização, pois durante a desidratação das micropartículas possivelmente o teor de carotenóides se concentre na amostra.

A Tabela 1 mostra o índice de acidez analisado a cada 15 dias, sendo considerado o tempo inicial (0 dias) o dia que foi obtida a micropartícula liofilizada e o tempo final (60 dias) concluído o período de armazenamento (Tabela 1). Os resultados mostram que o índice de acidez das micropartículas liofilizadas diminuiu durante o período avaliado. A diminuição da acidez favorece à manutenção do óleo encapsulado.

Tabela 1. Índice de acidez e Carotenóides no óleo bruto e nas micropartículas úmidas do óleo de bocaiuva.

Amostra	Índice de Acidez (mg KOH/g amostra)	Carotenóides (µg carotenóides/g amostra)
Óleo de bocaiuva	0,9850	247,1724
Micropartículas	0,1142	20,2274

Analisando os resultados do índice de acidez das micropartícula úmidas e do óleo de bocaiuva (Tabela 1), observa-se que o índice de acidez do óleo foi maior que o índice do óleo microencapsulado, essa diferença pode ser justificada pela interação dos agentes encapsulantes e pela quantidade de recheio de óleo, contudo, a diminuição da acidez favorece à conservação do material.

Quando comparado os resultados do índice de acidez das micropartículas úmidas e liofilizadas (tempo 0), nota-se que o índice de acidez das micropartículas úmidas aumentou de 0,1142 para 1,1737 (mg de KOH/g de amostra) após o processo de liofilização, o aumento se atribui à desidratação, havendo concentração dos ácidos e outros constituintes sólidos presentes na microcápsula o que pode também, provocar alterações na sua estrutura, deixando evidente a necessidade de se avaliar a morfologia das micropartículas por microscopia eletrônica de varredura após a liofilização.

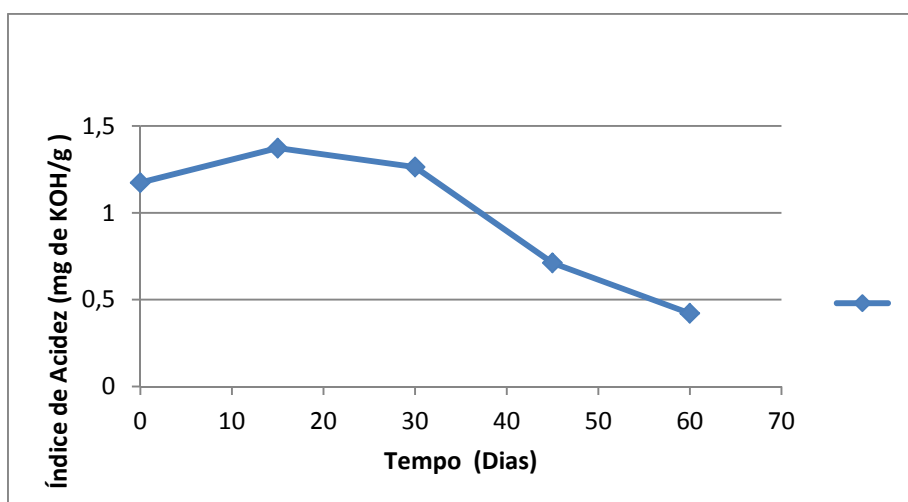


Figura 5. Cinética de Índice de Acidez de micropartículas liofilizadas armazenadas a 35°C e 84% de umidade relativa durante 60 dias.

As análises de índice de peróxido também foram realizadas na mesma periodicidade. Os resultados mostraram que não houve formação de peróxidos tanto nas micropartículas liofilizadas, quanto nas micropartículas úmidas. Isso indica que a mistura de goma arábica e gelatina utilizadas como materiais de parede na microencapsulação do óleo de bocaiuva foram capazes de formar uma barreira protetora eficiente contra o oxigênio, permitindo assim a preservação do óleo contra a oxidação.

Os resultados dos parâmetros de cor estão representados na Tabela 2. Observa-se que a cor característica do fruto e do óleo da bocaiúva manteve-se praticamente inalterada durante o período de armazenamento (valores de b^*). Quanto à luminosidade (L^*), todas as amostras apresentaram-se claras ($L^* > 50$) com ligeira variação entre os períodos avaliados e com predominância da cor amarela (altos valores de b^*). Os valores do parâmetro a^* , foram baixos, o que indica pouca presença da cor vermelha, porém, a^* influencia na tonalidade da cor favorecendo a cor amarelo laranja.

Tabela 2. Parâmetros de cor das micropartículas liofilizadas analisadas no período de armazenamento acelerado .

Dias	L^*	a^*	b^*
0	+71,97	+7,30	+69,46
30	+77,53	+5,80	+75,24
60	+74,87	+3,85	+68,37

Os valores de umidade obtidos para as microcápsulas úmidas (84,24%) foram bastante elevados, não sendo possível sua conservação a temperatura ambiente. Nas micropartículas liofilizadas (4,90%), os valores estão de acordo às condições de processo e obedecem os valores estabelecidos para produtos liofilizados (máximo 5%) pela legislação brasileira (Brasil,)

CONCLUSÃO

Concluimos que a microencapsulação por coacervação complexa é um método eficiente para preservar carotenóides presentes no óleo de bocaiuva. Além disso, a barreira sobre as gotículas de óleo permitiu sua proteção contra a oxidação e inibiu a deterioração do óleo, permitindo a possibilidade de seu uso como micropartícula biologicamente ativa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P. Cerrado: aproveitamento alimentar. Planaltina, DF: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC, 1998. 188 p.
- ALVIM, I. D.; &GROSSO, C. R. F. (2005). Produção e caracterização de micropartículas obtidas por spray drying e coacervação complexa e seu uso para alimentação de larvas de peixes. 2005. 243f. Doutorado em Alimentos e Nutrição – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ANDRADE, M. H. C.; VIEIRA, S. A.; AGUIAR, H. F.; CHAVES, J. F. N.; NEVES, R. M. P. S.; MIRANDA, T.L. S.; SALUM, A. Óleo do fruto da palmeira macaúba..Parte II: processo de extração do óleo. 2006.
- ARSHADY, R. Preparation of biodegradable microspheres and microcapsules. Part2. Polyactides and related polyesters. J. Controlled Release, Amsterdam, v. 17, p. 1-21, 1991.
- BARANAUSKIENÉ, R.; BYLAITÉ, E.; ZUKAUSKAITÉ, J.; VENSKUTONIS, R. P. Flavor retention of peppermint (*Menthapiperita* L.) essential oil spray-dried in
- BURKE, P. A. Controlled release protein therapeutics: Effects of process and formulation on stability. In: WISE, D. L., ed. Hand book of Pharmaceutical controlled release technology. New York: Marcel-Dekker, 2000. p. 661-692.
- COIMBRA MC, JORGE N. Proximate composition of guariroba (*Syagrusoleracea*), jervá (*Syagrusromanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomiaaculeata*) palmfruits. Food Research International 2011;44:2139-2142.

DESAI, K.G. H.; PARK, H.J. Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients. *Drying Technology*, 23: 1361–1394, 2005.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Review: Microencapsulation of food ingredients. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 11, n. 2, p. 103-112, abr.- jun., 2008.

GEORGE, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005, 53 (5), 1370-1373.

KRUIF, C. G.; TUINIER, R. Polysaccharide protein interactions. *Food Hydrocolloids*, v. 15, p. 555-563, 2001.

KRUIF, C. G.; WEINBRECK, F.; VRIES R. Complex coacervation of proteins and anionic polysaccharides. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, v. 9, p. 340-349, 2004.

Modified starches during encapsulation and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, p. 3037-3036, 2007.

Nutrition, 33(6):501-547, 1993.

RAMOS, Maria Isabel Lima et al . Qualidade nutricional da polpa de bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas , v. 28, supl. Dec. 2008 .

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. (2010). Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids-A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 726-740.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos* 2007 v.27, n.1, p.53-60.

SCHMITT, C.; SANCHEZ, C.; DESOBRY-BANON, S.; HARDY, J. Structure and Technofunctional properties of protein-polysaccharide complexes: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 38, p. 689-753, 1998.

SHAHIDI, F.; HAN, X-Q. Encapsulation of food Ingredients. *Food Science and*

TOLSTOGUZOV, V. Thermodynamica aspects of dough formation and functionality. FoodHydrocolloids, v. 11, p. 181-193, 1997.

UENOJO. M; JUNIOR M.R.M; PASTORE G.M. Carotenóides: Propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. Quim. Nova, Vol. 30, No. 3, 616-622, 2007.

