

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS CAMPO MOURÃO - PARANÁ

THIAGO SADAO YUYAMA

**SECAGEM DA POLPA DE CAMU-CAMU PELO MÉTODO DE
SPRAY DRYER USANDO DEXTRINAS COMO MATERIAL DE
PAREDE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2016

THIAGO SADAÓ YUYAMA

**SECAGEM DA POLPA DE CAMU-CAMU PELO MÉTODO DE SPRAY
DRYER USANDO DEXTRINAS COMO MATERIAL DE PAREDE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos da Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Campo Mourão, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente
Plata Oviedo

CAMPO MOURÃO
2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão

Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos
Engenharia de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

**SECAGEM DA POLPA DE CAMU-CAMU PELO MÉTODO DE SPRAY
DRYER USANDO DEXTRINAS COMO MATERIAL DE PAREDE**

por

THIAGO SADAO YUYAMA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 16 de junho de 2016, às 14 horas, na sala F110, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo
Orientador

Prof. Dr. Miguel Angel Aparicio Rodríguez
Membro da Banca

Prof. Dr. Fábio Henrique Poliseli Scopel
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Sou eternamente grato a minha mãe, Lucia Kiyoko Ozaki Yuyama, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, por todo suporte a minha educação e formação, por todo amor concedido a mim e às minhas irmãs e por incentivar minha vinda a Campo Mourão para cursar Engenharia de Alimentos. Tem sido uma jornada longa e árdua passados esses três anos desde a sua perda, mas tenho certeza que continua nos abençoando e protegendo no céu, cercada de anjinhos. Agradeço ao meu pai, Kaoru Yuyama, às minhas irmãs, Erika Kiyomi Yuyama, Kamila Tomoko Yuyama e a todos os familiares pelo suporte familiar com mensagens de positividade e otimismo para não faltar ânimo durante o decorrer do curso.

Agradeço ao meu digníssimo orientador Doutor Manuel Plata e a minha parceira de laboratório Amanda Dionízio que possibilitaram a realização desse projeto de forma espontânea e bem-humorada auxiliando com o suporte técnico e científicos.

Agradeço aos amigos do laboratório de Análises Físico-Químicas do INPA, Jaime Aguiar, Grazielle Pontes, Tarcísio e Francisca, pelos ensinamentos e pelas risadas. Aos amigos de Manaus, Idelfonso, Lie, Gabriel, Geraldo, Victor, Prof. Cecília, Midori, Rafael pelos ótimos momentos e pela parceria de sempre.

Agradeço aos amigos que me acompanharam e me suportaram durante essa trajetória: Ana Paula, Bárbara Martins, Carlos Ciola, Felipe Tonon, Isadora Prado, Léslen Facchini, Lucas Campos, Luiza Leme, Paula Caroline e Tamires Barlati.

A todo corpo docente da Coordenação Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Campo Mourão, pelo apoio.

Aos que apoiaram e torceram para o término da graduação.

“Desenvolver força, coragem e paz interior demanda tempo. Não espere resultados rápidos e imediatos, sob o pretexto de que decidiu mudar. Cada ação que você executa permite que essa decisão se torne efetiva dentro de seu coração.” (DALAI LAMA).

YUYAMA, T. S. **Secagem da polpa de camu-camu pelo método de spray dryer usando dextrinas como material de parede.** 2016. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

RESUMO

Um dos principais frutos de interesse comercial na Amazônia é o Camu-camu por apresentar compostos bioativos em níveis elevados como a vitamina C e compostos fenólicos. O objetivo do trabalho foi realizar a microencapsulação da polpa, determinar a caracterização físico-química da polpa e dos microencapsulados, avaliar a estabilidade oxidativa de compostos bioativos como a vitamina C, antocianinas e compostos fenólicos para a polpa de camu-camu. Foram testadas três formulações: polpa + maltodextrina comercial (MD); polpa + amido modificado com ácido málico (DAM) e polpa + dextrina modificada com ácido lálico (DAL). As amostras de camu-camu em pó foram submetidas à análises físico-químicas de determinação de pH, acidez titulável, umidade, densidade aparente, higroscopicidade, compostos fenólicos totais, antocianinas, atividade antioxidante e determinação de vitamina C. Os valores de pH, acidez titulável e densidade aparente pouco variaram devido a permanência sob refrigeração. A análise de higroscopicidade apresentou variação significativa para a comparação média entre as amostras de pós de camu-camu. O microencapsulado com maltodextrina comercial obteve alta taxa de retenção de compostos fenólicos e teor alto de vitamina C. O pó microencapsulado com dextrina málica obteve o menor teor de compostos bioativos. O pó microencapsulado com dextrina lactato obteve os maiores teores de vitamina C e atividade antioxidante.

Palavras-Chaves: Camu-camu, microencapsulação, vitamina C, antocianinas, compostos fenólicos, atividade antioxidante.

YUYAMA, T. S. **Drying of the camu-camu pulp by spray dryer method using dextrins as scavenger agent.** 2016. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

ABSTRACT

Camu-camu is one of the most important commercial valuable fruits in the Amazon presents bioactive compounds with high levels of vitamin C and total phenolics. The main objective of this work was to perform the microencapsulation of pulp, to determine the physical-chemical characteristics of microencapsulated camu-camu, and evaluate the oxidative stability of bioactive compounds such as vitamin C, anthocyanins phenolic compounds for the pulp of camu-camu. Were tested three formulations: pulp + maltodextrin commercial (MD); pulp + dextrin modified with malic acid (DAM) and pulp + dextrin modified with lactic acid (DAL). The samples of camu-camu powder were submitted to physical-chemical analysis such as determination of pH, titratable acidity, moisture, apparent density, hygroscopicity, total phenolics, anthocyanins, antioxidant activity and determination of vitamin C. The values of pH, titratable acidity and apparent density presented small variation to permanence under refrigeration. The analysis of hygroscopicity presented significant variation in the values obtained from the samples of camu-camu powder. The component microencapsulated with commercial maltodextrin achieved high rate of retention of phenolic compounds and high content of vitamin C. The powder component microencapsulated with malic acid obtained the lowest content of bioactive compounds. The powder component encapsulated with dextrin modified with lactic acid presented the highest concentration of vitamin C and antioxidant activity.

Keywords: Camu-camu, microencapsulation, vitamin C, anthocyanins, phenolic compounds, antioxidant activity,

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição físico-química do camu-camu.....	12
Tabela 2 – Resultados de umidade	23
Tabela 3 – Resultados da higroscopicidade.....	24
Tabela 4 – Resultados da densidade aparente.....	25
Tabela 5 – Determinação do teor de vitamina C para as amostras de polpa de camu-camu encapsuladas e armazenadas sob refrigeração (-20 °C).....	26
Tabela 6 – Resultados da atividade antioxidante em μmol equivalente de trolox por amostra ($\text{TEAC}_{\text{DPPH}}$).....	27
Tabela 7 – Determinação de antocianinas em mg/ 100g de polpa de camu-camu microencapsulado.....	28
Tabela 8 – Determinação de compostos fenólicos totais (mg de ácido Gálico/ 100g de extrato de polpa) para as amostras de polpa de camu-camu encapsuladas e armazenadas sob refrigeração (-20°C).....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral:.....	11
2.2. Objetivos específicos:	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. Camu-camu	12
3.2. Compostos bioativos presentes no camu-camu.	14
3.3. Microencapsulação por atomização.....	16
3.4. Materiais de parede	17
3.5. Maltodextrina e dextrinas	18
4. METODOLOGIAS	19
4.1. Matéria-prima.....	19
4.2. Secagem e encapsulação do camu-camu por atomização.....	19
4.3. Avaliação da estabilidade físico-química do camu-camu em pó.....	20
4.3.1. Umidade (%)	20
4.3.2. Determinação do pH	20
4.3.3. Acidez titulável	21
4.3.4. Densidade aparente.....	21
4.3.5. Higroscopicidade	21
4.3.6. Ácido ascórbico.....	21
4.3.7. Atividade antioxidante.....	22
4.3.8. Antocianinas	22
4.3.9. Compostos fenólicos.....	23
4.4. Análises estatísticas	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Umidade	24
5.2. Acidez titulável, higroscopicidade e pH dos microencapsulados.	25
5.3. Densidade aparente.....	26
5.4. Teor de vitamina C.....	27
5.5. Atividade antioxidante.....	28
5.6. Antocianinas	29
5.7. Compostos fenólicos.....	30
CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

A região Amazônica tem uma das maiores biodiversidades naturais mundiais com grande variedade de espécies frutíferas, nativas e exóticas. A espécie frutífera que se destaca nutricionalmente por apresentar um fruto com alto teor de vitamina C e compostos fenólicos é o Camu-camu.

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) é um fruto silvestre de várzeas e igapós. Distribuiu-se ao longo da Amazônia brasileira e peruana. O camu-camu é conhecido por ser o fruto de maior concentração média 2,4 a 3,0 g de ácido ascórbico/100 g de polpa (RIBEIRO et al 2002), além de apresentar altas concentrações de compostos fenólicos (RUFINO, et al 2010). Os compostos fenólicos, apesar de não apresentarem importância nutricional direta, têm recebido muita atenção devido a sua atividade biológica. Uma atraente hipótese sugere que os alimentos vegetais contenham compostos metabólicos secundários, que quando ingeridos frequentemente através da dieta, apresentam efeitos benéficos à saúde, com ação antiinflamatória e antioxidante (HASSIMOTO, 2005).

Os principais compostos fenólicos do camu-camu são as antocianinas, pertencentes ao grupo dos flavonóides (polifenóis), responsáveis pela coloração vermelho-púrpura apresentada pelo fruto maduro (RUFINO, et al 2010). Segundo Zannatta (2004), o fruto apresenta cerca de 56 mg/100 g de polpa de antocianinas. É comercializado para a fabricação de sucos, polpas, sorvetes, cosméticos e suplementos alimentares.

O camu-camu é comercializado no Brasil como polpa congelada, porém, no mercado externo destaca-se na forma de fármacos, cosméticos ou néctares. O Peru é o maior produtor e exportador da polpa congelada de camu-camu tem como principal comprador o mercado japonês cuja compra inicial foi de 35 toneladas no ano de 1996 e após 5 anos a exportação atingiu 185 toneladas. Após uma drástica queda no volume de exportações, houve uma recuperação no período do 2004-2005 registrando-se uma cifra próxima de 200 toneladas, com o predomínio comercial ainda do Japão, seguido por Europa e EUA (CEDECAM, 2015).

Técnicas usualmente usadas na indústria de alimentos para a preservação do fruto são a microencapsulação da polpa pelo processo de

atomização, desidratação e clarificação/concentração da polpa (DIB, 2001; RODRIGUES, 2010).

Os agentes encapsulantes são aplicados com a finalidade de aprisionar em sua matriz os ingredientes que são sensíveis às reações químicas adversas, prevenir a perda de compostos voláteis e mascarar aromas indesejáveis. Esta técnica, conhecida como microencapsulação, é usada para conservação e aumento da vida de prateleira dos alimentos. Dentre as técnicas existentes atualmente, a tecnologia da microencapsulação por atomização é a mais utilizada na indústria (SARKAR; SINGHAL, 2013).

Entre os agentes encapsulantes tradicionalmente empregados, a goma arábica é um material de parede eficaz; entretanto, o custo alto e a oferta limitada restringem seu uso. Uma alternativa viável é utilizar maltodextrinas, dextrinas e amidos modificados como agentes microencapsulantes (KRISHNAN; BHOSALE; SINGHAL, 2005).

No presente projeto a polpa de camu-camu será seca e microencapsulada pela técnica de pulverização em *spray dryer* utilizando como encapsulantes dextrinas esterificadas com ácidos orgânicos e maltodextrina comercial.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

Microencapsular a polpa do Camu-camu pela técnica de pulverização (*spray dryer*) utilizando como encapsulantes dextrinas esterificadas com ácidos orgânicos e maltodextrina comercial.

2.2. Objetivos específicos:

- Realizar a caracterização físico-química da polpa de camu-camu microencapsulada com maltodextrina, dextrina modificada com ácido málico e dextrina modificada com ácido láctico.

- Avaliar a atividade antioxidante, estabilidade do ácido ascórbico, dos compostos fenólicos e antocianinas da polpa de camu-camu microencapsulada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Camu-camu

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) é um fruto nativo da região Amazônica encontra-se em estado natural sob terras inundáveis, mas demonstra boa adaptabilidade à terra firme (ANDRADE, 1991). Apresenta aspecto globoso, de superfície lisa e brilhante, da cor vermelha até preta púrpura ao amadurecer, os quais medem de dois a quatro centímetros de diâmetro (PINEDO et al., 2002).

Originário da região Amazônica encontra-se distribuído sobre toda a Bacia Amazônica, desde a parte leste do Pará, passando pelo médio e alto Rio Amazonas até a parte oriental da Cordilheira dos Andes (Bacia Amazônica) do Peru (VILLACHICA, 1997). Atualmente a planta vem sendo domesticada com bons resultados em terra firme no Estado de São Paulo, nas regiões de Biguá, Iguape, Mirandópolis e Registro (ZANATTA; MERCADANTE, 2007; ARÉVALO; KIECKBUSH, 2005).

Segundo, Maeda et al. (2006), a polpa de camu-camu é constituída de 92,65% de umidade, 4,47% de açúcares totais, e 2,88% dos demais componentes (proteínas, lipídios, minerais e fibras)(Tabela 1). Os compostos bioativos em destaque são os compostos fenólicos e a vitamina C com valores superiores a outras frutas cítricas.

Tabela 1. Composição físico-química do camu-camu.

Componentes	Média±DP
Umidade (g/100 g)	92,65±0,03
Lipídio (g/100 g)	0,05±0,01
Proteína (g/100 g)	0,29±0,00
Açúcares redutores (g/100 g)	2,96±0,00
Açúcares totais (g/100 g)	4,47±0,03
pH	2,64±0,01
Sólidos solúveis (°Brix)	6,20±0,00
Acidez (g/100 g)	3,40±0,06
Ácido ascórbico (mg/100 g)	2.585,40±8,41
Compostos fenólicos (mg/100 g)	861,73±64,13
Antocianinas totais (mg/100 g)	9,98±0,19
Flavonóides (mg/100 g)	6,53±0,30

Fonte: Maeda et al., 2006

O camu-camu é uma fonte natural rica em vitamina C e compostos fenólicos, além de apresentar antocianinas e carotenoides (Tabela 1). Têm como principal fator diferencial o teor elevado de vitamina C com valores que podem variar de 934 a 3200 mg de ácido ascórbico/100g de polpa (ANDRADE; 1991; YUYAMA; 2002; ZAPATTA; DUFOUR; 1993). Os compostos fenólicos apresentam concentração elevada, na faixa de 1.370 a 2.110 mg de equivalente ácido gálico.100 g⁻¹, os quais podem ser relacionados com as características sensoriais de amargor e adstringência no fruto e em produtos derivados limitando a sua aceitabilidade. São requeridos pelas indústrias devido a possibilidade de serem usados como conservantes naturais com propriedades funcionais, em virtude do seu potencial antioxidante (ALVES et al., 2002; MAEDA; ANDRADE, 2003).



Figura1.Camu-camu (Fonte: Próprio autor)

A coloração vermelha/roxa do fruto é devido a presença de antocianinas, além de apresentar outros compostos fenólicos como derivados do ácido hidroxibenzóico, ácido hidroxicinâmico, flavonóides, catequinas e taninos (hidrolisados ou condensados). Muitos destes compostos apresentam vasta gama de efeitos biológicos, incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana, antiinflamatória e vasodilatadora (MORAES; COLLA, 2006; HUNGENHOLTZ; SMID, 2002). Entretanto, Andrade et al. (1991) avaliando frutos maduros procedentes de plantas em adaptação à terra firme no Amazonas, observou que o camu-camu era fonte irrelevante de carotenoides. De acordo com Rufino et al. (2010), o teor de carotenoides é cerca de $0,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ para polpa de camu-camu.

3.2. Compostos bioativos presentes no camu-camu.

Os principais compostos bioativos presentes no camu-camu em quantidade superior aos demais frutos são os compostos fenólicos e a vitaminas C.

De acordo com a quantificação de compostos fenólicos por cromatografia líquida realizada por Chirinos et al. (2010), independente do estágio de amadurecimento a família de compostos fenólicos mais importante é a de flavan-3-ol (valores oscilaram entre $55,1$ e $56,7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ nos estádios verde, semi-maduro e maduro), seguido pelo grupo de ácido elágico (entre $29,4$ e $31,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). As antocianinas (entre traços e $24,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) são o grupo menos importante quando o fruto está no estágio verde ou no estágio semi-maduro. Quando maduras podem superar os grupos flavanona ($12,3$ e $12,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e flavonol (entre $6,4$ e $13,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). No estudo de Chirinos et al. (2010) para o camu-camu encontrado no Peru, os valores de antocianinas aumentaram com o amadurecimento e os de flavonóis diminuíram, nos demais grupos houve estabilidade. Segundo Maeda e Andrade (2003), a maior concentração de compostos fenólicos e flavonoides no pericarpo (polpa e casca) de camu-camu está presente no epicarpo (casca). Genovese et al. (2008) caracterizaram frutas do Brasil em relação aos seus teores de compostos fenólicos totais e observaram que o camu-camu apresentou o teor superior aos demais ($1.797 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Os efeitos bioquímicos e farmacológicos dos flavonoides, principal

integrante dos compostos fenólicos, são a ação antioxidante, anti-inflamatória, antiplaquetária e efeitos antialergênicos. Podem inibir enzimas como a prostaglandina sintetase, a lipoxigenase e a ciclooxigenase, todas relacionadas diretamente com a tumorigênese. Também tem poder de induzir enzimas do sistema desintoxicante como a glutathione S-transferase. Quando em alimentos, os flavonóides agem de forma a poupar o consumo de vitamina C, evitando a formação de radicais livres (KOO; SUHAILA, 2001).

As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonóides, que apresentam como características o núcleo básico flavílio (cátion 2-fenilbenzopirílio) que consiste de dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos e condensados por um oxigênio. A molécula de antocianina é constituída por duas ou três porções: uma aglicona (antocianidina), um grupo de açúcares e, freqüentemente, um grupo de ácidos orgânicos (FRANCIS, 1989). A coloração das soluções de antocianinas sofre influência do número de hidroxilas, grupos metoxilas e glicólicos presentes na estrutura. Quanto maior o número de metoxilas, mais intensa é a cor vermelha; enquanto que mais hidroxilas e grupos glicólicos intensificam a cor azul, conforme a Figura 2. (ALKEMA, 1982).

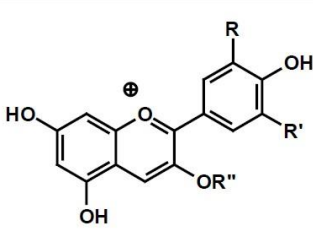
	Antocianina	Grupo R	Grupo R'	Grupo R''
	Cianidina 3-glicosídeo	OH	H	glicose
Cianidina 3-galactosídeo	OH	H	galactose	
Cianidina 3-rutinosídeo	OH	H	rutinose	
Delfinidina 3-glicosídeo	OH	OH	glicose	
Pelargonidina 3-glicosídeo	H	H	glicose	
Malvidina 3-glicosídeo	OCH ₃	OCH ₃	glicose	
Peonidina 3-glicosídeo	OCH ₃	H	glicose	

Figura 2. Estrutura genérica de algumas antocianinas (Fonte: HARBORNE, J.B.:1994)

Zanatta et al. (2005) analisou o perfil de antocianinas de duas diferentes regiões do estado de São Paulo. O pigmento predominante foi a Cianidina-3-glicosídeo em frutos de ambas as regiões (89,5% em frutos produzidos em Iguape e 88,0% em frutos produzidos em Mirandópolis), seguido por delfinidina-3-glicosídeo (4,2% e 5,1%, respectivamente). Maeda et al (2006) encontraram teores de antocianinas de 181,38 mg.100 g⁻¹ no epicarpo e 0,14 mg.100 g⁻¹ no mesocarpo. Rodrigues et al. (2006) encontraram índice total de antocianinas de 54 mg.100 g⁻¹ e afirmaram que comparado ao açaí (fruta que apresenta teor de aproximadamente 450 mg de antocianinas.100 g⁻¹) sua concentração é baixa.

A ampla variação do teor de vitamina C de 800 a 3500 mg.100 g⁻¹ entre as diferentes populações de fruteiras se deve em grande parte às diferenças genéticas. Este fato foi observado por meio de isoenzimas, entre populações de camu-camu advindas de Iquitos (Peru), Uatumã (Amazonas) e de Boa Vista (Roraima). (TEIXEIRA et al., 2004)

A vitamina C é muito importante na nutrição humana e animal, por auxiliar na formação de colágeno e mucopolissacarídeos, na formação de hidroxiprolina e hidroxilisina (componentes do colágeno) auxiliando na cicatrização de feridas e fraturas (MURRAY et al., 1993). Atua no combate os radicais livres contra infecções ou células cancerígenas, além de fortalecer o sistema imunológico e conferir neuroproteção ao cérebro. (GLASSER et al., 2000)

3.3. Microencapsulação por atomização

Segundo Favaro-Trindade e Rocha (2008) a microencapsulação é um processo de empacotamento de materiais sólidos, líquidos ou gasosos em cápsulas extremamente pequenas, que liberaram o conteúdo de forma regular devido o controle operacional dos parâmetros de controle dos processos de encapsulamento. Esta técnica tem solucionado limitações no emprego de ingredientes alimentícios visto que pode reduzir ou eliminar odores indesejáveis, reduzir volatilidade e reatividade, e aumentar a estabilidade destes em condições ambientais adversas, como na presença de luz, oxigênio e pH extremos.

O processo de microencapsulação envolve quatro etapas básicas: a preparação da suspensão ou emulsão, homogeneização, atomização e desidratação das gotículas. Durante o processo de microencapsulação por atomização, a substância a encapsular é homogeneamente dispersa ou dissolvida em uma solução aquosa ou dispersão que contém o agente encapsulante, sendo o sistema atomizado em uma corrente de ar quente. Posteriormente, ocorre a evaporação do solvente, obtendo-se a rápida solidificação das gotículas. Esta técnica baseia-se no bombeamento da solução até ao atomizador, no qual é aspergida na forma de névoa de gotículas (*spray*), até a câmara de secagem. Neste compartimento ocorre a evaporação do

solvente (secagem pelo ar quente), em que as gotas líquidas passam a partículas sólidas secas que, depois, são recolhidas no ciclone ou em outro sistema de coleta de pó (SOOTTITANTAWAT et al., 2005). *Spray drying* é uma operação onde um produto líquido é atomizado em uma corrente gasosa aquecida para obtenção instantânea de pó. A corrente gasosa normalmente utilizada é o ar e muito raramente um gás inerte, como nitrogênio (GHARSALLAOUI et al., 2007). A Figura 3, ilustra o processo de microencapsulação por *spray drying*.

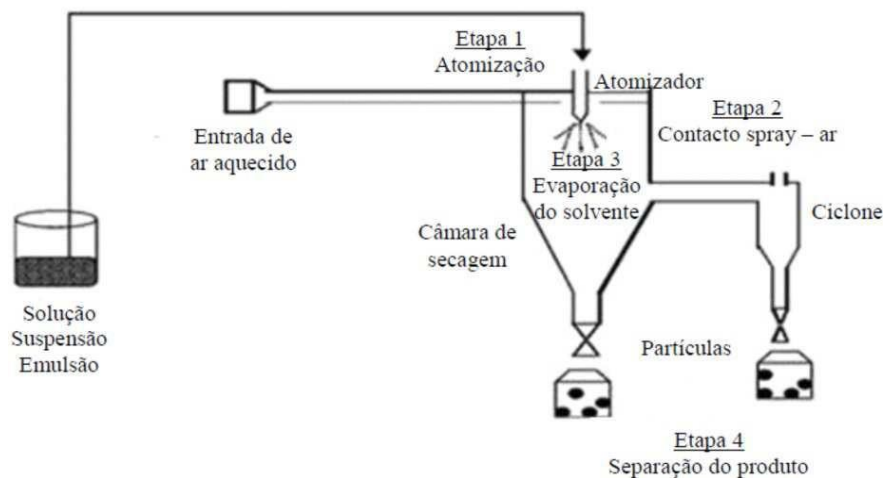


Figura 3. Esquema das principais etapas envolvidas no processo de microencapsulação por *spray drying*. Ré(2006)

A secagem por pulverização apresenta a vantagem de poder utilizar compostos ativos lipossolúveis e hidrossolúveis, com eficiência de 70% e 85% e produz microcápsulas de boa qualidade (FUCHS et al., 2006). Além, disso é um método tradicional na indústria de alimentos, por apresentar custos baixos operacionais e devido ao ajuste rápido a diversos tipos de processos (SANTOS et al., 2000).

3.4. Materiais de parede

Para que um material de parede seja adequado, deve atender a critérios como: formar filmes regulares, apresentar baixa viscosidade em níveis altos de sólidos, ter baixa higroscopicidade, apresentar liberação controlada do material do núcleo, proporcionar sabor agradável e boa proteção aos materiais

encapsulados, ter grau alimentício, baixo custo e ser disponível em grandes quantidades (SANTOS; FERREIRA; GROSSO, 2000). Dependendo do processo utilizado envolve procedimentos demorados baseados na tentativa e erro até que esses critérios sejam adequados. A seleção desse material é baseada principalmente em propriedades físico-químicas como solubilidade, peso molecular, transição vítrea, cristalinidade, propriedades de difusão, formação de filme e emulsificação. (GHARSALLAOUI et al., 2007; DESAI; PARK, 2005)

Os materiais de parede ou agentes encapsulantes disponíveis não atendem a todos os requisitos de seleção, como alternativa utilizam-se a combinação de um ou mais materiais transportadores ou modificadores. Os materiais usualmente utilizados para modificar a composição físico-química e a aumentar a eficiência da encapsulação são os amidos modificados, amidos (milho, mandioca e arroz), goma arábica, dextrinas, xarope de milho (SOUZA; BASSANI; SCHAPOVAL, 2007). Pode-se também utilizar polímeros como as gelatinas, alginatos, pectinas, ágar (JACOBS; MASON, 2003; GOUIN, 2004).

3.5. Maltodextrina e dextrinas

As maltodextrinas são produtos parcialmente produzidos por hidrólise ácida, enzimática ou pela combinação de ambos, sobre o amido, é constituído de cadeias de D-glicose conectadas por ligações α -(1,4) (CHRONAKIS, 1998; SHAHIDI; HAN, 1993). Os hidrolisados são classificados de acordo com a sua dextrose equivalente (DE), que está ligado com o grau de polimerização (DP), isto é, quanto maior o DE menor é o tamanho dos produtos da hidrólise (KENNEDY; KNILL; TAYLOR, 1995). As maltodextrinas possuem dextrose equivalente (DE) menor que 20. Caso o DE for maior que 20 é denominado de xarope de amido (SHAHIDI; HAN, 1993). Maltodextrinas de diferentes valores de DE apresentam alterações nas propriedades físico-químicas com diferentes valores de solubilidade, temperatura de congelamento e viscosidade (KLINKERSORN et al., 2004).

O termo dextrina é adotado uma ampla gama de produtos obtidos a partir da degradação do amido por aquecimento, hidrólise ácida ou enzimática. A dextrina é uma classe de polissacarídeos de baixo peso molecular, misturas de

polímeros de D-glucoses lineares e ramificadas. As dextrinas são solúveis em água, com coloração branca a levemente amareladas e suas propriedades físicas envolvem um amplo espectro. A força de tensão do filme de dextrina é menor quanto maior for seu grau de conversão. Entretanto, as formulações com dextrina podem ser preparadas com elevada concentração de sólidos quando comparado com amidos não modificados. As dispersões de dextrinas são secas rapidamente e formam camadas mais espessas (ZUIDAM; NEDOVIC, 2009).

Os motivos que levam à transformação de amidos em dextrinas são melhorar a transparência das pastas ou géis, provocar o efeito da adesividade, formação de filmes, adicionar grupamentos hidrofóbicos e introduzir poder emulsificante (SILVA, 2006).

4. METODOLOGIAS

4.1. Matéria-prima

As amostras da polpa de Camu-camu (7 kg) foram processadas e cedidas pelo Laboratório Físico-Química de Alimentos (LFQA) do Instituto de Pesquisas da Amazônia (Inpa/MCTI). Como materiais de parede foram usadas dextrinas de amido de mandioca esterificadas com ácido láctico (DAL), ácido málico (DAM) desenvolvida no laboratório de Amidos e Cereais. Para efeito de comparação foi utilizado maltodextrina (MD) de mandioca 10 DE, fornecida pela indústria Cassava S/A.

4.2. Secagem e encapsulação do camu-camu por atomização

A polpa de camu-camu (7 kg) foi descongelada e homogeneizada a 25° C, em seguida filtrada em peneiras de 450 µm, o rendimento total foi de 4 litros de polpa peneirada. Em seguida, a polpa peneirada foi dividida em três partes iguais (1333 mL) e para cada parte foram adicionados agentes encapsulantes ou materiais de parede (maltodextrina, dextrina modificada com ácido láctico, dextrina modificada com ácido málico). Para a preparação dos agentes encapsulantes foram adicionados 213,95 g de cada um dos materiais de parede

em 120 ml de água a 100 °C sob agitação contínua para serem gelatinizados. Ao final da homogeneização a mistura obteve um teor de sólidos solúveis de 18%. A secagem das amostras por pulverização foi realizada em spray dryer de bancada modelo MSD 1.0, da marca LABMAQ do Brasil, utilizando bico atomizador de 1,0 mm de diâmetro, temperatura do gás de entrada de 180°C, fluxo do ar de secagem de 3,6 m³.min⁻¹ e vazão da alimentação da amostra de 0,60 L/h.

4.3. Avaliação da estabilidade físico-química do camu-camu em pó

As amostras de Camu-camu em pó foram submetidas às análises de determinação de pH, densidade aparente, higroscopicidade, acidez titulável, umidade, teor de ácido ascórbico, antocianinas e compostos fenólicos totais de acordo com as metodologias abaixo descritas. Estas análises foram realizadas periodicamente a cada 30 dias (0, 30 e 60) de estocagem armazenados em freezer a -20°C, acondicionados em potes protegidos de luminosidade baixa densidade com tampa rosqueável.

4.3.1. Umidade (%)

O teor de umidade dos microencapsulados com maltrodextrina, dextrinas de amido de mandioca modificadas com ácido lático e ácido málico foram determinados de acordo com a metodologia descrita no Instituto Adolfo Lutz (2008), que tem como princípio a perda de peso sofrida pelo produto em relação à remoção de água por aquecimento em determinadas condições de secagem.

4.3.2. Determinação do pH

As mensurações do pH foram realizadas de acordo com a metodologia de Adolfo Lutz, a utilizando um pH metro de bancada digital, calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0. Nas três formulações (maltodextrina, dextrina modificada com ácido málico e dextrina modificada com ácido lático) os ensaios foram realizados em triplicata nos dias 0, 30 e 60 de armazenamento Para a

realização da análise, foram pesadas 5 g de amostra triturada para cada formulação e adicionados 25 mL de água destilada. Depois de homogeneizado, realizou-se as leituras no pHmetro de banca.

4.3.3. Acidez titulável

Adicionou-se em um erlenmeyer 10 g de amostra dos microencapsulados, 100 mL de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína e titulou-se com hidróxido de sódio (NaOH) previamente padronizado com biftalato de potássio ($C_8H_5O_4K$), até obter a coloração rósea. Seguiu-se as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008).

4.3.4. Densidade aparente

A densidade dos microencapsulados de camu-camu foram medidas por pesagem 10 g da amostra em um cilindro graduado de 100 mL. Uma vibração constante foi realizada durante três minutos. O volume ocupado foi utilizado para calcular a densidade (CAI; CORKE, 2000).

4.3.5. Higroscopicidade

Foram pesados 2 g dos pós microencapsulados e as amostras foram acondicionadas a 25°C em recipiente hermeticamente fechado com uma solução saturada de Na_2SO_4 (81% UR). Após uma semana, o ganho de umidade foi determinado. A higroscopicidade foi expressa em gramas de umidade adsorvida por 100 g de sólidos secos (CAI; CORKE, 2000).

4.3.6. Ácido ascórbico

Os teores de ácido ascórbico foram quantificados pelo método do iodato de potássio (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). Pesou-se em um erlenmeyer de 100 mL 1,0000 g da amostra e dispersou-se com 50 mL de água destilada; adicionaram-se 10 mL de ácido sulfúrico a 20 %, 1 mL de iodeto de potássio a

10% e 1 mL de solução de amido solúvel a 1% e a seguir titulou com uma solução de iodato de potássio (0,02 M). Os resultados foram expressos em teor de ácido ascórbico (TAA) em mg/ 100g de amostra e foram aferidos durante os tempos 0, 15, 30 e 60 dias de estocagem armazenados sob refrigeração (-8 a -20 °C).

4.3.7. Atividade antioxidante

A medida da atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH foi realizada segundo metodologia descrita por Brand-Williams et al. (1995), com algumas modificações. A mistura de reação foi constituída pela adição de 0,5 mL dos extratos dos microencapsulados de camu-camu, 3,0 mL de etanol absoluto e 0,3 mL da solução do radical DPPH 0,5 mmol.L⁻¹ em etanol. Em paralelo foram realizadas amostras em branco com adição de etanol em substituição a solução de DPPH, para que, assim, pudesse ser descontada uma possível coloração que venha a influenciar na interpretação dos resultados. Foram realizadas em conjunto, amostras controle contendo 3,5 mL de etanol e 0,3 mL de solução do radical DPPH. Foi realizada curva padrão com o antioxidante sintético Trolox e os resultados foram expressos $\mu\text{mol de Trolox.g}^{-1}$ de amostra.

4.3.8. Antocianinas

Para a determinação do teor de antocianinas dos microencapsulados de camu-camu, foi utilizado o método do pH diferencial proposto pela AOAC (2005), onde as mudanças de colorações são quantificadas por colorimetria, através de diferenças de absorbâncias em espectrofotômetro. Os pigmentos das antocianinas mudam de cor em pH 1,0 e 4,5, sendo a forma de oxônio colorido (pH 1,0) e o hemiacetal descolorido (pH 4,5). A absorbância foi medida em espectrofotômetro, em 525 nm e 700 nm. Para esse método faz-se a preparação de duas soluções, cloreto de potássio (KCl) a 0,025 mol/L e pH corrigido para 1,0 com ácido clorídrico, e, acetato de sódio (CH₃COONa) a 0,4 mol/L e pH corrigido para 4,5 com ácido clorídrico (HCl).

As amostras foram diluídas na proporção 1:5 (600 μL de amostra para 2400 μL de solução tampão), a diluição foi realizada em um tubo de ensaio e

para o branco foi utilizado água destilada. Procederam-se as análises transferindo 0,5 mL de polpa de camu-camu e dos microencapsulados, na diluição 1:10 para tubo de ensaio contendo 2 mL de solução tampão cloreto de potássio (pH 1,0), paralelamente foram preparadas alíquotas de 0,5 mL das amostras de polpa e microencapsulados para tubos de ensaio contendo 2,0 mL de solução tampão acetato de sódio (pH 4,5). Aguardou-se 20 minutos e realizou-se a leitura das amostras dos dois tampões nos comprimentos de onda 525 e 700 nm em espectrofotômetro zerado com água destilada. Expressaram-se os resultados em miligramas de cianidina-3-glucosídeo por litro de amostra (mg cianidina-3-glucosídeo/L), conforme as equações abaixo:

$$A = \frac{A_t \times (10^3 \times PM \times df)}{\epsilon} \quad (Eq. 1)$$

$$A = (A_{520mm} - A_{700mm})_{pH 1,0} - (A_{520mm} - A_{700mm})_{pH 4,5} \quad (Eq. 2)$$

Onde:

PM= 449,2 g/mol (Massa mola de cianidina-3 glucosídeo)

Df = fator de diluição

ϵ = 26900L.mol (absorvidade molar da cianidina-3-glucosídeo)

λ = 1 cm (comprimento caminho óptico da cubeta)

4.3.9. Compostos fenólicos

A determinação de fenólicos totais seguiu a metodologia descrita por Swain e Hills (1959). Do extrato alcóolico de cada amostra dos microencapsulados após realizar a ruptura das microcápsulas, tomou-se 0.5 mL em tubo de ensaio e adicionaram-se 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin Ciocalteu*. A solução foi homogeneizada e, após 3 min, acrescentou-se 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na₂CO₃). Após uma hora de repouso, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro a 720 nm. Utilizou-se como padrão o ácido gálico nas concentrações de 2; 5; 10; 15 e 20 µg/ mL, para construir a curva de calibração. A partir da equação da reta realizou-se o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em mg de ácido gálico/ 100 g de amostra.

4.4. Análises estatísticas

A análise estatística dos resultados das análises para os microencapsulados de camu-camu em triplicata foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey em nível de confiança de 95% ($p > 0,05$), através do programa computacional livre Assistat 7.7 beta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Umidade

Os valores médios de umidade apresentaram um decréscimo em relação ao início do experimento de acordo com os valores demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de umidade.

Amostras	0	15º dia	30º dia	60º dia	Perdas (%)
Dextrina malato	2,35 ^{aA} ± 0,20	2,07 ^{aA} ± 0,76	1,66 ^{aB} ± 0,05	1,43 ^{aB} ± 0,03	39,15
Dextrina lactato	1,95 ^{bA} ± 0,05	1,58 ^{bA} ± 0,76	1,45 ^{bB} ± 0,04	1,33 ^{bB} ± 0,05	31,79
Maltodextrina	2,55 ^{aA} ± 0,12	1,95 ^{aB} ± 0,05	1,65 ^{aC} ± 0,05	1,43 ^{aD} ± 0,29	43,92

*médias dos resultados, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes diferem entre si, estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), ± desvio padrão.

A amostra de dextrina lactato apresentou diferença significativa das demais pelo teste de Tukey a nível de significância de 5%, mas percebe-se um decréscimo da umidade de todas as amostras durante o tempo de estocagem. Segundo Gava (1984), a perda de umidade é provocada pela baixa umidade no congelador, que implica na perda de umidade em produtos alimentícios. Os valores de umidade mostraram-se semelhantes ao de Jafari et al. (2007) para a microencapsulação do d-limoleno (1,2% ~ 2,7%) e ao de Costa et al (2013) com valores de 0,92% a 3,27% para microcápsulas de óleo essencial de orégano mantido acondicionados a temperatura ambiente (25° C).

5.2. Acidez titulável, higroscopicidade e pH dos microencapsulados.

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003). A acidez indica sabor ácido ou azedo dos frutos, o que é representado pela presença de ácidos orgânicos, sendo o ácido cítrico um dos mais comuns (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

A acidez titulável ficou em torno de 3,83 g ácido cítrico /100 mL para os dos microencapsulados. Não foram encontrados valores de acidez titulável para polpas de frutas microencapsuladas. Grigio (2013) encontrou na polpa de camu-camu 3,8 a 4 g de ácido cítrico /100 mL. Vieira (2010), obteve valores de acidez de 2,9 g ácido cítrico /100 mL para o fruto de camu-camu e 3,6 g ácido cítrico /100 mL para o néctar de camu-camu.

A higroscopicidade dos microencapsulados deve ser baixa para facilitar a manipulação e evitar a aglomeração (Shahidi e Han, 1993). A higroscopicidade (Tabela 3) variou entre 29.61 e 58 g de água absorvida por grama de pó e as médias diferiram significativamente ($p < 0.05$). A dextrina malato obteve o menor valor de higroscopicidade.

Tabela 3. Resultados da higroscopicidade (g de H₂O absorvido/ 100 g de pó).

Amostras	Média total
Maltodextrina	47,07 ^b ± 8,45
Dextrina malato	35,61 ^a ± 7,51
Dextrina lactato	56,24 ^c ± 5,63

* médias dos resultados, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes diferem entre si, estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), ± desvio padrão

Os resultados se aproximaram com os de Moreira (2007) que obteve valores para higroscopicidade de 34,72 g e 56,44 g de água absorvida/100 g de pó de microencapsulado do resíduo agroindustrial de acerola microencapsulado com dextrinas e maltodextrina. Quando armazenadas em ambiente de umidades relativa de 90%.

O pH médio dos microencapsulados foi de 2,56 ± 0.04, semelhante ao encontrado por Moraes de Souza (2011) que foi de 2,57 para a polpa de camu-camu, após 125 dias de armazenamento sobre refrigeração a -18°C. Ainda

assemelham-se aos apresentados em outros estudos como o de Silva (2004) e Maeda et al. (2007) que ficaram em torno de 2,63 para a polpa de camu-camu.

5.3. Densidade aparente

As densidades aparentes das microcápsulas com todos os materiais de parede avaliados variaram de 0.551 a 0.572 g/cm³ aplicando o teste de Tukey para a média total das amostras, a partir dos resultados obtiveram-se as seguintes médias, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da densidade aparente

Amostras	Média total
Maltodextrina	0,567 ^a ± 0,025
Dextrina málica	0,528 ^a ± 0,023
Dextrina lactato	0,551 ^a ± 0,026

* médias dos resultados, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes diferem entre si, estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), ± desvio padrão

Tonon (2009) ao microencapsular suco de açaí por atomização obteve com a fécula de mandioca 0,480 g/cm³ de densidade aparente. O valor elevado das densidades dos microencapsulados analisados, segundo Carneiro et al.(2013), pode estar relacionado à maior viscosidade da emulsão devido a combinação das emulsões (polpa + microencapsulados gelatinizados) provocando um aumento do tamanho das partículas. Os resultados não apresentaram diferenças significativas em relação aos materiais de parede utilizando maltodextrina, dextrinas de amidos de mandioca modificadas com ácido málico e ácido láctico.

Bae e Lee (2008) encontraram resultados na microencapsulação de óleo de abacate densidades aparentes de 0,250 a 0,280 g/cm³ e aumentaram gradualmente a medida que se aumentava a proporção de maltodextrina.

Kim e Morr (1996) obtiveram valores de densidade aparente para microesferas de óleo de laranja de 0,210 g/cm³ para partículas preparadas a partir de isolado protéico de soro (WPI) como material de parede e 0,460 g/cm³ para partículas preparadas a partir de goma arábica como material de parede.

5.4. Teor de vitamina C

Os valores médios para a caracterização da vitamina C da polpa de camu-camu microencapsulada foram os seguintes, conforme a seguir na Tabela 5.

Tabela 5. Determinação do teor de vitamina C (mg de ácido Ascórbico/ 100g de extrato de polpa) para as amostras de polpa de camu-camu encapsuladas e armazenadas sob refrigeração (-20°C)

Amostras	0	15º dia	30º dia	60º dia	Perda
DAM	4397,22 ^a ± 55,29	4251,5 ^a ± 44,01	3942,66 ^b ± 86,71	3768,72 ^b ± 85,11	14,29
MD	6669,32 ^a ± 74,32	6495,6 ^a ± 101,41	6350,65 ^a ± 56,29	6116,47 ^b ± 45,54	8,29
DAL	8185,12 ^a ± 80,61	7806,71 ^b ± 110,3	7515,06 ^c ± 48,63	7254,46 ^d ± 118,99	11,37

*médias dos resultados, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si, estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), ± desvio padrão

** DAM = dextrina málica, MD = maltodextrina, DAL = dextrina lactato

*** Perda (%)

Os valores médios indicam que a dextrina modificada com ácido láctico foi a que apresentou maior concentração de vitamina C durante os 60 dias de armazenamento, portanto é a mais indicada comercialmente quando o composto nutracêutico desejado for a vitamina C.

A amostra contendo dextrina modificada com ácido málico apresentou menor concentração de vitamina C e maior perda com redução de 14,29% do teor inicial.

A maltodextrina comercial analisada no final do período de 60 dias de armazenagem sob refrigeração (-20 °C) obteve desempenho superior ao de Aquino, Mões e Castro (2011) para a polpa de acerola congelada em refrigeração convencional (-20 °C) que obteve uma perda de 4,35% de vitamina C para o mesmo período de 60 dias. Esses resultados demonstram que apesar da baixa temperatura de armazenamento e da proteção das microcápsulas (-20 °C), houve degradação da vitamina C acima de outras frutas congeladas.

5.5. Atividade antioxidante

As amostras de microencapsulados analisadas em dois períodos de armazenamento (5^o e 60^o dia) não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) (Tabela 6). No quinto dia de armazenamento a dextrina lactato apresentou a maior atividade antioxidante diferindo da dextrina malato e da maltodextrina. No sexagésimo dia de armazenamento a dextrina lactato e a maltodextrina apresentaram valores similares de atividade antioxidante ($p > 0,05$) enquanto que a dextrina málica teve menor valor nessa propriedade.

Tabela 6. Resultados da atividade antioxidante expressos μmol equivalente de trolox por amostra ($\text{TEAC}_{\text{DPPH}}$).

Amostras	5^o dia	60^o dia
Maltodextrina	19,321 ^{bA}	20,420 ^{aA}
Dextrina málica	16,805 ^{bA}	14,816 ^{bA}
Dextrina lactato	22,477 ^{aA}	21,057 ^{aA}

*Os valores minúsculos referem-se a comparação das amostras nas colunas, as letras maiúsculas representam a diferença entre as amostras de mesma linha, pelo teste de Tukey a 5%

Segundo Rufino et al. (2010) a atividade antioxidante para a polpa de camu-camu utilizando método ABTS foi de 153 μmoles equivalente de Trolox/ g amostra de polpa e constatou até 2502 μmol de Fe_2SO_4 g^{-1} de polpa quando utilizando a metodologia FRAP.

Gonçalves (2008) obteve para a fruta de camu-camu cerca de 1439 μmoles equivalente de Trolox/ g amostra da fruta para o DPPH. Inocente et al.(2014) utilizando para a mesma metodologia adotada obteve 1300 para o extrato de camu-camu em gel.

Souza (2015) obteve valores semelhantes de 14,5 a 20,4 μmoles equivalente de Trolox/ g sólidos solúveis de suco de camu-camu microencapsulado para o método ABTS.

5.6. Antocianinas

De acordo com a Tabela 7., ao longo dos 60 dias de armazenamento a concentração de antocianinas em função do material de parede foi: MD > DAL > DAM e as perdas foram de 49,63%(MD), 40,51%(DAM) e 31,13%(DAL).

Tabela 7. Determinação de antocianinas em mg/ 100g de polpa de camu-camu microencapsulado

	0	30º dia	60º dia	Perda(%)
Amostras				
DAM	4,116 ^a ± 04,72	3,132 ^{ab} ± 02,95	2,449 ^a ± 03,15	40,51
MD	8,238 ^a ± 012,32	6,073 ^a ± 08,28	4,172 ^b ± 05,12	49,36
DAL	3,896 ^a ± 090,61	2,816 ^b ± 06,41	2,683 ^b ± 0,321	31,13

*médias dos resultados, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si, estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), ± desvio padrão

** DAM = dextrina málica, MD = maltodextrina, DAL = dextrina lactato

Segundo Mazza e Brouillard (1987), entre os fatores que influenciam na degradação das antocianinas, está a oxidação do ácido ascórbico e seus produtos de oxidação como o hidroximetilfurfural. A oxidação da vitamina C leva à formação de furaldeídos, compostos que polimerizam-se com facilidade, com formação de pigmentos escuros que aceleram a degradação das antocianinas (BOBBIO, BOBBIO, 1995).

Silva et al. (1999) ao armazenarem polpa de acerola, sem tratamento térmico, sob congelamento por seis meses, constataram um percentual de redução de 21,74%. Matsuura (1994) detectou uma redução de 2,79% no teor de antocianinas em suco concentrado de acerola congelado (-18°C) armazenado por 180 dias.

Contudo, as análises presentes no estudo obtiveram valor maiores que os encontrados por Silva et al. (2013) para o extrato de casca de jaboticaba seca em spray dryer (entre 0.07 a 0.22 cinidina-3-glicosídeo/ g de pó.)

5.7. Compostos fenólicos.

Os materiais de parede maltodextrina e dextrina lactato mostraram similar capacidade de encapsulamento dos compostos fenólicos (2037 vs 2189,56 mg GAE/ 100 g de amostra; Tabela 8) e superior à da dextrina malato (1146,13 mg GAE/ 100 g de amostra).

Tabela 8. Determinação dos compostos fenólicos totais (mg de ácido Gálico/ 100 g de extrato de polpa) para as amostras de polpa de camu-camu encapsuladas e armazenadas sob refrigeração (-20°C)

	0	30º dia	60º dia	Variação
Amostras				
MD	2038,16 ^b ± 47,96	2353,30 ^a ± 51,54	2343,07 ^a ± 62,86	+14,96
DAM	1146,13 ^a ± 32,51	720,52 ^b ± 17,98	720,52 ^b ± 17,54	-37,13
DAL	2189,56 ^a ± 30,15	1333,16 ^b ± 23,36	1312,51 ^b ± 37,39	-40,05

*médias dos resultados, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si, estatisticamente, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), ± desvio padrão

** MD = maltodextrina, DAM = dextrina málica, DAL = dextrina lactato

Com o tempo de armazenamento nos microencapsulados com dextrina malato e dextrina lactato observou-se uma drástica redução nos teores dos compostos fenólicos nos primeiros 30 dias de armazenagem, ocorrendo a seguir uma estabilização para o dia 60 ($p > 0,05$). Por outro lado, com a maltodextrina observa-se um incremento no intervalo de 30 dias com estabilização para o dia 60. Uma avaliação dos dados permitem afirmar que a maltodextrina foi o agente encapsulante que melhor preservou os compostos fenólicos do camu-camu.

De acordo com Moraes de Souza (2011) para um período de cerca de um mês após o armazenamento (dia 41 ao 69) sob as mesmas condições de refrigeração em freezer (-20°C), também não houveram diferenças significativas nos valores médios de compostos fenólicos.

Souza (2015) ao microencapsular o suco de camu-camu apresentou valores superiores de compostos fenólicos para a composição amido e maltodextrina com até 422,3 totais mg GAE/ g SS suco.

CONCLUSÃO

Os valores de pH, acidez titulável e densidade aparente dos pós microencapsulados não apresentaram diferenças significativas para o período de 60 dias. Fator atribuído principalmente a baixa temperatura de acondicionamento (-20°C). Ao avaliar a higroscopicidade a temperatura ambiente (25 °C), obtiveram-se resultados com diferenças significativas entre as amostras de camu-camu em pó microencapsulados.

Ao avaliar a higroscopicidade a temperatura ambiente (25 °C), a dextrina lactato obteve o menor valor seguida da maltodextrina e por último a dextrina malato.

A polpa de camu-camu microencapsulada com dextrina modificada com ácido málico foi a que menos se destacou por apresentar valores baixos de ácido ascórbico, antocianinas e compostos fenólicos.

A polpa microencapsulada com maltodextrina comercial destacou-se pela alta taxa de retenção dos compostos fenólicos e vitamina C, porém obteve perdas acentuadas para as antocianinas ao final do período de 60 dias.

A polpa microencapsulada modificada com ácido láctico foi a mais eficiente quanto a retenção de vitamina C e atividade antioxidante, mas obteve valores baixos de antocianinas e baixa retenção de compostos fenólicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKEMA, S.; SEAGER, S.L.; "The chemical pigments of plants"; **Journal of Chemical Education**; 1982, 59, p. 183.

ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ARAUJO, N.C.C., ALMEIDA, A.S. Camu-camu (*Myrciaria dúbia* Mc Vaugh): A rich natural source os vitamin C. **Proceedings of the InterAmerican Society for Tropical Horticulture**, n. 46, p. 11-13, 2002.

ANDRADE, J. S. **Curvas de maturação e características nutricionais do camu- camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira**. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1991. 127p. Dissertação (Doutorado).

ANDRADE, J.S., GALEAZZI, M.A.M., ARAGÃO, C.G., CHÁVEZ FLORES, W.B. 1991. Valor nutricional do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) cultivada em terra firme da Amazônia Central. **Rev. Brasileira de Fruticultura** 13: 307-11.

AOAC, **Official Methods of Analysis**, 15 ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, EUA, 1995

AQUINO, M. C. M. S.; MÓES, R. S.; CASTRO, A. A. Estabilidade de ácido ascórbico, carotenóides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 2, p. 154-163, abr./jun. 2011

ARÉVALO, R. P.; KIECKBUSCH, T. G. Concentración de ácido ascórbico en frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. (Mc Vaugh) provenientes de diferentes regiones de São Paulo. CD-Room, **CIBIA-V**, Puerto Vallarta-Jalisco-México, 2005b.

BAE, E. K.; LEE, S. J. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. **Journal of Microencapsulation**, London, v. 25, n. 8, p. 549-560, 2008.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução a química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria Varela, 1995. 223p.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel – Wissenschaft und - Technologie**, v. 22, p. 25-30, 1995.

CAI, Y. Z., & CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 6, p. 1248-1252, 2000.

CEDECAM, Disponível em:

<<http://www.iiap.org.pe/promamazonia/sbiocomercio/Upload%5CLineas%5CDo%5Cdocumentos/422.pdf>>, acesso em 23/10/2015.

CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; PEDRESCHI, R.; CAMPOS, D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, Barking, v. 120, n. 4, p. 1019-1024, June 2010.

CHITARRA M.I.F.; CHITARRA A.B. Pós-colheita de Frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHRONAKIS, I. S. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. **Critical Reviews in Food Science**, Boca Raton, v. 38, n. 7, p. 599-637, 1998.

C COSTA, J. M. G.; BORGES, S. V.; HIJO, A. A. C. T.; SILVA, E. K.; MARQUES, G. R.; CIRILLO, M. Â.; AZEVEDO, V. M. (2013) Matrix structure selection in the microparticles of essential oil oregano produced by spray dryer. **Journal of Microencapsulation**, nº 30(8), 717–727

DESAI, G. K. H.; PARK, H. J. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. **Drying Technology**, New York, v. 23, n. 7, p. 1361-1394, Feb. 2005.

DIB TAXI, C.A. **Suco de camu-camu (*Myrciaria dúbia*) microencapsulado obtido através de secagem por atomização**. Campinas, 2001, 172 p. Tese (Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP).

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103-112, abr./jun. 2008. FUCHS et al., 2006

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.

FUCHS, M; TURCHIULI, C; BOHIM, M; CUVELIER, M. E; ORDONNAUD, C; PEYRAT-MAILLARD, M. N; DUMOULIN, E. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidized bed agglomeration, **Journal of Food Engineering**, 75, 27-35, 2006.

GAVA, A. J. Princípios de tecnologia de alimentos. São Paulo: Nobel, 1984.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. Da Silva; GONÇALVES, A. E. De Souza Schmidt; LAJOLO, F. M. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulp from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n.3, p.207-214, 2008

GHARSALLAOUI, A.; ROUDAUT, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. **Food Research International**, v. 40, n. 9, p. 1107-1121, 2007

GLASER, R.; RABIN, B.; CHESNEY, M.; COHEN, S.; NATELSON, B. Stress induced immunomodulation: implications for infectious diseases. **JAMA** Pp: 281:2268–2270. 1999.

GONÇALVES, A.E.S.S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonóides e vitamina C.** São Paulo. 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, p. 330-347, 2004.

GRIGIO, M. L. **Caracterização e conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh).** 2013. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Roraima.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables and commercial frozen fruit pulps. **J. Agric. Food Chem.**, v. 53, p. 2928-2935, 2005. HUNGENHOLTZ e SMID, 2002

HUNGENHOLTZ, J.; SMID, E. J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. **Current Opinion in Biotechnology**. v. 13, p. 497-507, 2002.

INOCENTE C.M., TOMAS G., HUAMÁN, M. J., MUÑOZ J.A., et al. Actividad anti-oxidante y fotoprotectora in vitro de una loción y gel elaborados con extracto estabilizado de camu camu (*Myrciaria dubia* Kunth). *Rev. Soc. Quim. Perú*, 2014; 80(1): 65-77

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Determinações gerais. Normal analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 3ª edição, São Paulo, 2008, V. 01.

JACOBS, I. C.; MASON, N. S. Polymer delivery systems concepts. In *Polymeric Delivery Systems*; El-Nokaday; M. A. , Piatt, D. M., Charpentier, B. A. eds.; American Chemical Society: Washington, 1993; p. 1-17.

JAFARI, S. M.; HE, Y.; BHANDARI, B. Encapsulation of nanoparticles of d-limonene by spray drying: role of emulsifiers and emulsifying techniques. **Drying Technology**, New York, v. 25, n. 6, p. 1079-1089, June 2007.

JUSTI, K.C.; VISENTAINER, J.V.; EVELAZIO DE SOUZA N.E.; MATSUSHITA, M. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 50, n. 4, p. 405-408, 2000.

KENNEDY, J. F.; KNILL, C. J.; TAYLOR, D. W. Maltodextrins. In: KEARSLEY, M. W.; DZIEDZIC, S. Z. (Ed.). **Handbook of starch hydrolysis products and their derivatives**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 65-82.

KIM, Y.D.; MORR, C.V.; SCHENZ, T. W. Microencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: Liquid orange oil emulsion particles. **Journal of**

Agricultural and Food Chemistry, v.44, n.5, p.1308-1313. 1996.

KLINKERSORN, U. et al. Stability and rheology of corn oil-in-water emulsions containing maltodextrin. **Food Research International**, Barking, v. 37, n. 9, p. 851-859, May 2004

KOO, H.M.; SUHAILA, M. Flavonoid (myricetin, quercetin, Kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. J. Agric. **Food Chemistry**. Chicago: v.49, n. 6, p. 3106-3112, 2001.

KSHIRSAGAR, A. C., YENGE, V. B., SARKAR, A., SINGHAL, R. S. Efficacy of pullulan in emulsification of turmeric oleoresin and its subsequent Microencapsulation. **Food Chemistry**.v.113, p.1139-1145. 2009.

MAEDA, R.N.; ANDRADE, J.S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 489-498, 2003.

MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L.K.O.; CHAAR, J.M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 70-74, 2006.

MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L.K.O.; CHAAR, J.M. Estabilidade de ácido Ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 313-316, 2007.

MAZZA, G.; BROUILLARD, R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. *Food Chemistry*, v. 25, p. 207-225, 1987.

MATSUURA, F.C.A.U. **Processamento e caracterização de suco integral e concentrado congelado de acerola**, 1994. 142p., Dissertação (Mestrado Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.MORAES e COLLA, 2006

MORAES-DE-SOUZA, R. A. **Qualidade de Polpa de Camu-camu [*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh], Submetida aos Processos de Congelamento, Pasteurização, Alta Pressão Hidrostática e Liofilização e Armazenada por Quatro Meses**. 2011. 111 f. Tese (Doutorado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MOREIRA, G. E. G. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Natal, 2007.

MURRAY, R.; GRANNER, D.; RODWELL, MAYES. **Bioquímica de Harper**. Ed.

Manual Moderno. 1993.

PINEDO, M.; LINARES, C.; MENDOZA, H.; Y ANGUIZ, R. **Planejamiento de Mejoramiento genético del camu camu arbustivo**. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2004. 52p.

RÉ, M. I. Formulating Drug Delivery Systems by Spray Drying. **Drying Technology**, v.24, p. 433–446, 2006

RIBEIRO, S.I.; MOTA, M. G.; PADINHA, M.L. Recomendações para o Cultivo do Camu camuzeiro (*Myrciaria dubia* H. B. K.) Mc Vaugh no Estado do Pará. Belém. 2002. Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 31. Pp:9.

RODRIGUES, R.B.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; MAIA, J.G.S. Antioxidant capacity of camu camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] pulp. **Ernahrung**, Neu-Isenburg, v. 30, n. 9, p. 357-362, 2006.

RODRIGUES, R.B. **Aplicação dos processos de separação por membranas para a produção de suco clarificado e concentrado de camu-camu (*Myrciaria dubia*)**, Universidade Estadual de Campinas, FEA (Faculdade de Engenharia de Alimentos), UNICAMP. 146 p. 2002. Dissertação (Doutorado)

RUFINO, M.S.M. et al. Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**. N. 121. p. 996-1002, 2010.

SANTOS, A. B.; FERREIRA, V. P.; GROSSO, C. R. F. Microcápsulas: uma alternativa viável: microencapsulação de produtos sensíveis à oxidação óleo-resina de páprica. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 3, n. 16, p. 26-30, Jan. 2000.

SARKAR, S., GUPTA, S., VARIYAR, P. S., SHARMA, A., SINGHAL, R. S. (2013). Hydrophobic derivatives of guar gum hydrolyzate and gum Arabic as matrices for microencapsulation of mint oil. **Carbohydrate Polymers**, 95: 177 – 182

SHAHIDI, F; HAN, X-Q. Encapsulation of Food Ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 33, 6, 501-547, 1993.

SILVA, M.F.V.; MENEZES, H.C.; GUEDES, M.C. Efeito de diferentes tratamentos térmicos sobre as antocianinas na polpa de acerola. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 3. 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1999. p.152-153.

SILVA, A. M. **Estudo das transições de fases da polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh)**. 2004. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, 2004.

SILVA, G. O. et al. Característica físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,

Campinas, v. 26, n. 1, p. 188-197, 2006.

SILVA, P. I.; STRINGHETA, P. C.; TEOFILLO, R. F.; OLIVEIRA, I. R. N. Parameter optimization for spray-drying microencapsulation of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel extracts using simultaneous analysis of responses. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 117, n. 4, p. 538–544, Agosto de 2013.

SILVA, F. C.; ARRUDA, A.; LEDEL, A.; DAUTH, C.; ROMÃO, N. F.; VIANA, R. N.; FERRAZ, A. B. F.; PICADA, J. N.; PEREIRA, P. Antigenotoxic effect of acute, subacute and chronic treatments with Amazonian camu-camu (*Myrciaria dúbia*) juice on mice blood cells. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 50, p. 2275-2281, 2012.

SOOTTITANTAWAT A., BIGEARD F., YOSHI H., FURUTA T., OHKAWARA M., LINKO P. **Influence of emulsion and powder size on the stability of encapsulated D-limonene by spray drying**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6 (1) (2005), pp. 107–114

SOUZA, K. C. B. de; BASSANI, V. L.; SCHAPOVAL, E. E. S. Influence of excipients and technological process on anti-inflammatory activity of quercetin and *Achyrocline satureioides* (Lam.) D.C. extracts by oral route. **Phytomedicine**, Jena, v. 14, n. 2/3, p. 102-108, Nov. 2007.

SOUZA A.L.R. **Estabilização de moléculas bioativas presentes em suco de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) pela integração dos processos de Osmose Inversa, Evaporação Osmótica e Atomização**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 2012

SOUZA A.L.R, GOMES F. S., TONON R. V., NOGUEIRA R. I., PONTES S.M., CABRAL L. M. C. Caracterização e estabilidade da vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante do suco de camu-camu microencapsulado. **Jornal of fruits and Vegetables** v.1, n. 1, p.35-38,2015.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punns domestica*. I. quantitative analysis of phenolics constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 19, n. 1, p. 63-68, 1959.

TEIXEIRA, A. S.; CHAVES, L. da Silva.; YUYAMA, K. Esterases for examining the population structure of Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh-Myrtaceae). *Acta Amazônica*. 34 (1). Manaus. 2004

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração do agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de acai em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29 (2): 444-450, abr-jun, 2009.

VIEIRA V. B., RODRIGUES J. B., BRASIL C. C. B., ROSA C. S. Produção caracterização e aceitabilidade de camu-camu (*Myrciaria Dúbia*(H.B.K.)

Mcvaugh). Alim. Nutr. Araraquara v.21, n. 4,p. 519-522, out./dez.2010

VILLACHICA, L. H. El cultivo del camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Amazonía Peruana, Lima: **Tratado de Cooperación Amazónica**, 95 p. 1997

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amazônica**, v. 32, n.1, p.169-174, 2002.

ZANATTA, C. F., **Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dubia*)**, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 144p. 2004. Dissertação (Mestrado).

ZANATTA, C. F.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu–camu (*Myrciaria dubia*), **Food Chemistry**, v.101, p. 1526-1532, 2007.

ZAPATTA, S. M.; DUFOUR, J. P. Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh: chemical composition of fruit, **J. Food Science**, v.61, p. 349-351-1993.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neusa S.; TIGLEA, Paulo (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.11, p. 5165-5170, 2001.

ZUIDAM, N. J; NEDOVIC, V. A. **Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing**. New York: Springer, 2009. 400 p.