



PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPA  
RELATÓRIO FINAL

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE DOS  
ANTIOXIDANTES DO CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) *IN  
NATURA* E LIOFILIZADO, PRODUZIDOS NO AMAZONAS.**

BOLSISTA: Tatiana Lopes

ORIENTADOR(A): Helyde Marinho

Relatório Final apresentado ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como requisito para a conclusão como participante do Programa de Iniciação Científica do INPA.

Manaus – Amazonas  
2017

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES





## **Título Trabalho do Bolsista:** Caracterização Físico-química e atividade dos Antioxidantes do Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) *in natura* e liofilizado, produzidos no Amazonas.

### **Resumo**

O camu-camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, é um fruto originário da região amazônica que se destaca por seu alto teor de antioxidantes, principalmente ácido ascórbico(AA) e compostos fenólicos. A vida útil do camu-camu pós-colheita é muito curta, devido á perecibilidade fisiológica. Assim, a técnica de liofilização melhora a conservação de frutas e de suas características qualitativas, reduzindo as suas perdas e retendo altas concentrações de substâncias bioativas. O presente trabalho teve como objetivo comparar a análise centesimal e a atividade dos antioxidantes do camu-camu *in natura* e liofilizado. O pericarpo dos frutos foram analisados utilizando-se os métodos indicados pelo IAL (2008) para a composição centesimal, sólidos solúveis, pH. O método cromatográfico (CLAE) para a determinação do ácido ascórbico. Foram verificados os compostos fenólicos de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Os carotenoides totais foram feitos com os extratos suspensos em etanol absoluto e analisados em espectrofotômetro em um comprimento de onde 450 nm e a atividade antioxidante *in vitro* foi realizada pelo método de DPPH. O resultado da caracterização física apresentou peso médio do fruto do camu-camu de  $6,29 \pm 2,12$  g, altura  $14,6 \pm 0,26$  mm e  $15,5 \pm 0,26$  mm de diâmetro. Quanto ao rendimento médio do pericarpo do fruto foi de 67%. O fruto *in natura* apresentou umidade de 90,94% e o liofilizado foi de 14,39% ( $p < 0,05$ ). Houve maior concentração de carboidratos ( $78,68 \pm 0,59$  g/100g) e proteína ( $3,12 \pm 0,53$  g/100g) no fruto liofilizado do que no *in natura*,  $7,39 \pm 0,21$  g/100 g e  $0,35 \pm 0,02$  g/100 g, provavelmente por consequência do processo de liofilização que concentra os nutrientes ( $p < 0,05$ ), como esperado. O ácido ascórbico, os compostos fenólicos e a atividade antioxidantes apresentaram valores maiores para o fruto liofilizado AA-19.380,55 mg/100 g, quando comparado com o *in natura* AA-2.844,93 mg/100 g ( $p < 0,05$ ), porém destaca-se o fruto liofilizado. De acordo com os resultados obtidos para os compostos fenólicos, AA e o IC<sub>50</sub> podemos concluir que tanto o camu-camu *in natura*, quanto o liofilizado podem ser considerados fontes de compostos antioxidantes.

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES





Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
Coordenação de Capacitação  
Divisão Apoio Técnico

**Palavras-chave:** Camu-camu, *in natura*, liofilizado, fruto Amazônico, antioxidantes.

**Subárea**

Multidisciplinar

**Financiamento**

(PIBIC/CNP)

Data: 12/09/17

Orientador(a)

Bolsista

Helvécio Albuquerque Marinho  
Professor Titular  
0662958  
INPA/MCTI

Apoio Financeiro:



FAPEAM

Realização:



INPA  
INSTITUTO NACIONAL DE  
PESQUISAS DA AMAZÔNIA

COCP  
COORDENAÇÃO DE  
CAPACITAÇÃO

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



## 1. Introdução

O camu-camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, é uma espécie frutífera originária da Amazônia e ocorre espontaneamente nas margens de rios e lagos, cuja maior concentração de populações e variedades é encontrada na Amazônia peruana, estendendo-se a Venezuela, Colômbia e no Brasil (Rodrigues *et al.* 2001).

Este fruto amazônico destaca-se devido a sua excepcional fonte de ácido ascórbico(AA), podendo apresentar teor na faixa de 1,72 a 2,90 g.100<sup>-1</sup> (Silva *et al.* 2006; Bardales *et al.* 2008) e presença de antioxidantes tais como os compostos fenólicos com destaque ao ácido elágico e os flavonóides, importantes componentes para a saúde da população (Maeda *et al.* 2006; Villanueva-Tiburcio *et al.* 2010; Yuyama *et al.* 2011).

Os antioxidantes presentes nos alimentos, notadamente em frutas e hortaliças, os quais exercem potente atividade biológica comprovada em vários estudos, podem desempenhar diversos papéis em benefício da saúde humana e também para as indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas (Salvador *et al.* 2004; Carratu & Sanzini 2005; Brasil 2014).

A vida útil do camu-camu pós-colheita é muito curta, devido às altas taxas de respiração. Dependendo da temperatura ambiente, em torno de 3 a 5 dias, verifica-se alta perecibilidade fisiológica desse fruto, o que limita o tempo de transporte e estocagem. Assim, o desenvolvimento e o emprego de tecnologia adequada à melhor conservação de frutas e de suas características qualitativas são de extrema importância, uma vez que ampliam o período, conservação e comercialização do produto, facilitando o transporte e o armazenamento. Dentre as técnicas empregadas de secagem destaca-se a liofilização, pois é um processo isento de conservantes ou produtos químicos, empregado para preservar e aumentar a estabilidade de nutrientes, reduzindo as suas perdas e retendo altas concentrações de substâncias bioativas (Tonon *et al.* 2009; Brasil 2014).

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar a caracterização físico-química e atividade dos antioxidantes do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh, *in natura* e liofilizado).

## 2. Material e Métodos

## 2.1 Local da coleta e transporte dos frutos.

Os frutos de camu-camu foram coletados no km 52 Ramal Iranduba-AM (Figuras 1 e 2). Foram transportados no mesmo dia, acondicionados em sacos plásticos de polietileno de cor preta, em seguida foram postos em caixas isotérmicas contendo bolsas de gelo, até o Laboratório de Alimento e Nutrição do Instituto de Pesquisas da Amazônia-INPA.



**Figura 1.** Coleta do cumu-camu  
Fonte: Lopes, T. S.; 2017



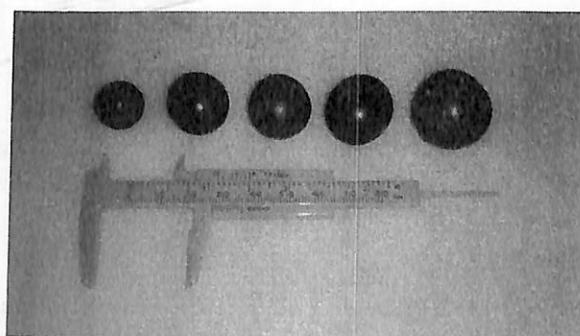
**Figura 2.** Camu-camuzeiro  
Fonte: Lopes, T. S.; 2017

## 2.2 Análise Física

Foram pesados aleatoriamente 30 (trinta) unidades de camu-camu fresco na balança digital, previamente nivelada e tarada (Figura 3). Marca: Shimadzer Cooperation Japan. BL-320 H, capacidade 320 g e em seguida, aferidas a altura e diâmetro. A altura e o diâmetro foram mensurados por meio do paquímetro com a variação de 0 a 8,0 mm (Figura 4).



**Figura 3.** Pesagem do fruto  
Fonte: Lopes, T. S.; 2017



**Figura 4.** Camu-camu em diferentes tamanhos  
Fonte: Lopes, T. S.; 2017

### 2.3 Seleção e Limpeza

Os frutos maduros foram selecionados, excluindo os verdes e os que sofreram injúrias. Em seguida foram misturados, aleatoriamente, efetuando-se a pré-lavagem em água corrente para retirada da sujidade macroscópica. A sanitização baseou-se em imersão dos frutos em solução de hipocloreto de sódio a 50 ppm por 10 minutos e após esse período, lavados em água corrente potável (Cenci 2006).

### 2.4 Preparação da Amostra

Foram retiradas manualmente, as sementes com auxílio de uma faca de mesa em inox, previamente higienizada, para a avaliação do rendimento do pericarpo. As polpas remanescentes foram imediatamente armazenadas em sacos plásticos de polietileno próprio para alimento, hermeticamente fechados sob refrigeração a 5°C para a análise do fruto *in natura* e congelados a -18°C para a liofilização.

### 2.5 Liofilização

O pericarpo do fruto foi submetido ao liofilizador de bancada: marca: Virtis, SP Scientific, Wizard 2.0, model advantage plus ES-53, volts 208/230, amps 10, Hz 60, com pressão inicial a 200 mTorr ( Figura 5).



Figura 5. Liofilizador de bancada  
Fonte: Lopes, T. S.; 2017

## 2.6 Análises físico-químicas do pericarpo do fruto

### 2.6.1 Análise Centesimal

A composição centesimal foi realizada no Laboratório de Análises Físico-químicas de Alimentos da Coordenação de Tecnologia e Inovação-COTEI do INPA. Analisou-se o pericarpo do fruto *in natura* e liofilizado, procedentes de várzea, em triplicata. As análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios, seguiram a metodologia descrita pelo São Paulo-IAL (2008) e a Association of Official Analytical Chemistry AOAC (1996).

A umidade foi realizada com o pericarpo do fruto, homogeneizados e acondicionadas em cápsulas de porcelana e desidratadas em estufa a 105°C, por 03 horas, seguindo de pesagens, até atingir peso constante.

As cinzas foram determinadas por meio da incineração das amostras em mufla a temperatura de 550°C. As proteínas foram determinadas por meio do processo de digestão Kjeldahl e utilizando o fator empírico 6,25 para transformar o número de g de nitrogênio encontrado em número de g de protídeos. Esse método se baseia em três etapas:

**Digestão:** A matéria orgânica existente na amostra é decomposta com ácido sulfúrico e um catalisador, onde o nitrogênio é transformado em sal amoniacal.

**Destilação:** A amônia é liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido e recebida numa solução ácida de volume e concentração conhecidos.

**Titulação:** Determina-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido utilizado na destilação com hidróxido.

A determinação de lipídios foi realizada utilizando o hexano como solvente através do método de Soxhlet.

O teor de carboidratos foi estimado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de umidade, proteína, lipídeos totais, cinzas.

O valor calórico da amostra (pericarpo) do fruto foi estimado a partir dos dados da composição centesimal, utilizando-se dos seguintes fatores de conversão de Atwater: 9 kcal por grama de lipídios, 4 kcal por grama de proteínas, 4 kcal por grama de carboidratos (TBCA-USP 2014).

## 2.7 Determinação dos sólidos solúveis total ( °Brix)

A determinação dos sólidos solúveis totais foi feita por leitura no refratômetro digital de marca Atago, utilizando de 2 a 3 gotas na polpa do fruto de camu-camu *in natura*. Os resultados foram expressos em % de sólidos solúveis (ou °Brix) (São Paulo-IAL, 2008).

## 2.8 pH

A determinação do potencial hidrogeniônico foi efetuada por meio do pHmetro de bancada, marca Quimis, mod: Q400AS, 90-240 V, 10W, de acordo com o método indicado por São Paulo-IAL (2008).

## 2.9 Obtenções dos extratos

Foi utilizado a mistura de solvente etanol:água (80:20 v/v) para a extração tanto do camu-camu *in natura* como do liofilizado, por ser um bom solvente de extração, apresentar facilidade de manipulação e uma menor toxicidade.

Os extratos do fruto foram obtidos em triplicata, como descrito por Ribeiro *et al.* (2007), com algumas modificações. 1,0 g da amostra foram transferidas para erlenmeyer onde foram adicionados 50 ml da mistura etanol:água (80:20 v/v). Depois foram submetidos à agitação a 200 rpm, durante 30 minutos, a temperatura ambiente de 20°C. Em seguida, os extratos foram transferidos para tubos tipo Falcon e centrifugados a 5000xg durante 20 minutos. Na sequência os extratos foram filtrados e armazenados em frascos âmbar, à temperatura de 8°C, até o momento das análises, e por um período não superior a quatro dias.

## 2.10 Avaliação da atividade Antioxidante



A ação antioxidante do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) *in natura* e liofilizado foi analisada pela capacidade dos antioxidantes presentes na amostra captarem o radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazina) conforme as metodologias descritas por Brand-Williams *et al.* (1995) com algumas modificações. Nas alíquotas dos extratos diluídos foi adicionada 2,0 mL de solução etanólica de DPPH• (Sigma-Aldrich, Alemanha) 0,1 mM e foi agitada por 1 minuto em vórtex e deixado em repouso, em temperatura ambiente, por 15 minutos, ao abrigo da luz. A absorbância foi lida a 517 nm. Como controle, foi utilizado 0,1 mL de solução etanólica de DPPH 1mM e 3 mL de etanol.

Para avaliar a atividade captadora de radical, foi obtida a porcentagem de inibição, conforme a equação:

$$\% \text{ de inibição} = \frac{(\text{Absorbância do controle} - \text{absorbância da amostra}) \times 100}{\text{Absorbância do controle}}$$

A determinação do IC<sub>50</sub>, ou seja, concentrações das amostras ou que causam 50% de inibição das concentrações inicial de DPPH foram obtidas por regressões lineares dos pontos plotados graficamente. Para a plotagem dos pontos, foram utilizados os valores das médias obtidas de triplicatas realizadas para cada um dos testes. O valor do IC<sub>50</sub> é inversamente proporcional da atividade antioxidante.

## 2.11 Compostos fenólicos totais

A análise do teor de compostos fenólicos totais dos extratos (*in natura* e liofilizado) foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton *et al.* (1999) utilizando o ácido gálico como padrão.

Uma alíquota de 0,5 mL do extrato foram diluídos e transferido para um tubo de vidro, em seguida foi adicionado 2,5 mL da solução Folin-Ciocalteu:água (10:90 v/c). A mistura permaneceu em repouso durante 5 minutos. Em seguida, foram adicionados 2,0 mL da solução carbonato de sódio:água (2:48 m/v) e os tubos deixados em repouso por 1 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida em espectrofotômetro UV/VIS-552A (Perkin-Elmer) a 740nm. Uma amostra em branco foi conduzida nas mesmas condições e os resultados dos compostos fenólicos totais foram expressos em equivalente de ácido gálico (mg de ácido gálico/g de amostra). A concentração de fenólicos totais

foram calculados por meio da curva de calibração do ácido gálico, com concentrações que variam de 5 a 80 µg/mL.

## 2.12 Carotenoides

O processo de extração dos carotenoides totais das amostras estocadas, baseou-se no procedimento descrito por Rodriguez-Amaya *et al.* (1976). Os extratos foram suspensos em etanol absoluto e analisados em espectrofotômetro UV/VIS-552A (Perkin-Elmer) com o comprimento de onda 450 nm. A quantidade de carotenoides presentes pode ser calculada a partir da equação:

$$\text{mcg/g} = \frac{\text{volume} \times \text{absorvância} \times 10^4 \times \text{diluição}}{\text{peso da amostra} \times E_{1\text{cm}}^{1\%}}$$

$\frac{\text{absorvância} \times 10^4 \times \text{diluição}}{\text{da amostra} \times E_{1\text{cm}}^{1\%}}$

o coeficiente de absorvidade molar específica, ou seja, a absorvância de uma solução de 1 g daquele carotenoide em 100mL da solução, foi usado o valor de 2500, onde é frequentemente tomado quando nenhum valor experimentalmente determinado foi reportado.

## 2.13 Análise do ácido ascórbico(AA)

As condições utilizadas para extração do AA (ácido ascórbico) foram as otimizadas por (Campos *et al.* 2009). Foram adicionados nas amostras 15 mL da solução extratora (ácido metafosfórico 3%, ácido acético 8%, ácido sulfúrico 0,3 N e EDTA 1 mM) foram misturadas utilizando vórtex (2 min), centrifugadas a 4.00 rpm (1.789 g) por 30 min. e o sobrenadante foi completado para 25 mL com água ultrapura. As concentrações de ácido ascórbico foram determinado utilizando cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu) equipado com coluna cromatográfica Shim-pack CLC-ODS(M)® C18 Shimadzu 250 × 4,6 mm, 5 µm. O fluxo da fase móvel (1mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1mM EDTA, pH 3,00) foi de 1,0 mL. min<sup>-1</sup> e o tempo de corrida foi de 5,0 min. A eluição foi detectada utilizando detector UV-VIS (Shimadzu) com comprimento de onda ajustado para 245 nm. A identificação do AA foi feita comparando-se os tempos de retenção obtidos para o padrão e para as amostras, analisados sob as mesmas condições. Além disso, foram comparados os espectros de absorção do padrão (Ácido L(+)-Ascórbico, Merck) e dos picos de interesse nas amostras.

## 2.14 Análise estatística

As análises foram realizadas segundo delineamento inteiramente causalizado (DIC), com três repetições. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) pelo teste de comparação de médias de Tukey, ambos ao nível de probabilidade de 5%, utilizando o programa estatístico Minitab, versão 14.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Caracterização física do camu-camu

Na caracterização física, o peso médio do fruto do camu-camu foi de  $6,29 \pm 2,12$  g, altura  $14,6 \pm 0,26$  mm e  $15,5 \pm 0,26$  mm de diâmetro. Quanto ao rendimento médio do pericarpo do fruto foi de  $4,21 \pm 1,29$  g, correspondendo a 67%. Valores médios encontrados para o peso das sementes foram de  $1,58 \pm 0,77$  g. Portanto, a análise deste estudo está de acordo aos valores encontrados na literatura (Moraes-de-souza 2011; Yuyama e Valente 2011).

#### 3.2 Análise centesimal e química do fruto

A análise centesimal do fruto camu-camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, está demonstrada na Tabela 1. As características físico-químicas relacionadas ao valor nutritivo, constituem atributos de qualidade á comercialização e utilização da polpa na elaboração de produtos industrializados (Chitarra & Chitarra 1990; Oliveira *et al.* 1999), assim como na área de nutrição e segurança alimentar. O teor de umidade quantificado do fruto *in natura* foi de 90,94%. Em diversos estudos, na composição centesimal do camu-camu, os teores de umidade oscilaram entre 89,8 (Rufino *et al.* 2010) e 93,35% (Silva *et al.* 2006), no entanto no camu-camu já liofilizado apresentou 14,39% de umidade, superior ao encontrado por Aguiar e Souza (2015). Provavelmente seja porque o camu-camu liofilizado seja muito higroscópio, talvez foi mal condicionado ou o tempo do processo de secagem pela liofilização foi ineficaz.

Neste estudo foram também quantificados os teores de proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos totais. Os valores de proteínas e lipídios, tanto *in natura* como liofilizado, mostraram-se baixo (Tabela 1). Alguns estudos não quantificaram o teor de lipídio do fruto, provavelmente devido ao baixo percentual (Justi *et al.* 2000; Rodrigues *et al.* 2006; Moraes-de-souza 2011). Quanto ao teor de

cinza encontrado nesta análise foi de 0,21% para o fruto *in natura* e 2,14% para o liofilizado, valores aproximados foram encontrados em estudos anteriores, 0,3% (Moraes-de-souza 2011) e 0,25% (Gonçalves 2012) na polpa *in natura* e 3,67% (Aguiar e Souza 2015) no liofilizado.

**Tabela 1.** Composição centesimal do pericarpo do camu-camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, comparada com a literatura, (expressas em g.100<sup>-1</sup>).

Composição (%)	Amostra ( <i>in natura</i> ) Média e DP	Amostra (liofilizado) Média e DP	Salomão-Oliveira, 2015 ( <i>in natura</i> ) Média e DP	Aguiar e souza, 2015 (liofilizado) Média e DP
Umidade (g/100 g)	90,94±0,07 <sup>a</sup>	14,39±0,13 <sup>b</sup>	91,24±0,020,	5,90±0,14
Proteínas (g/100 g)	0,35±0,02 <sup>b</sup>	3,12±0,53 <sup>a</sup>	0,46±0,01	6,65±0,14
Lipídios (g/100 g)	0,51±0,20 <sup>b</sup>	1,08±0,04 <sup>a</sup>	0,57±0,01	0,98±0,07
Carboidratos* (g/100 g)	7,39±0,21 <sup>b</sup>	78,68±0,59 <sup>a</sup>	7,49±0,04	47,00±0,00
Cinza (g/100 g)	0,21±0,01 <sup>b</sup>	2,14±0,06 <sup>a</sup>	0,23±0,03	3,67±0,21
Valor Energético Total (kcal. 100-1)	35,60	336,91	36,97	ND

Valores expressos em g.100-1 do pericarpo, com seus respectivos desvios padrões, com determinações em triplicata.

\*Cálculo por diferença.

DP: Desvio padrão. ND: Não determinado.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de tukey.

Como esperado, ocorreu aumento considerado no teor de carboidratos após o processo de liofilização, constatando ser o produto uma boa fonte desse nutriente (Tabela 1). O valor calórico (336,91 Kcal/100 g) do liofilizado mostrou-se elevado provavelmente pela contribuição majoritária de energia procedente dos carboidratos.

Os valores encontrados neste estudo para a composição centesimal de camu-camu *in natura* estão em conformidade com os apresentados por Salomão-Oliveira (2015), porém os valores encontrados no camu-camu liofilizado estão diferentes dos apresentados por Aguiar e Souza (2015),

exceto em lipídios e cinza. Divergências nos teores de nutrientes podem ocorrer naturalmente devido às diferenças de solo e de plantio (Yuyama e Valente 2011), conforme Tabela 1.

Segundo Hasler (2000), devido ao avanço da incidência de DCNT (Doenças Crônicas Não Transmissíveis) nas últimas décadas, os consumidores ao redor do mundo têm demonstrado crescente interesse em alimentos que estejam associados à promoção da saúde. O mercado de 62 alimentos funcionais cresceu muito no Brasil e a população demonstra maior interesse em consumir alimentos benéficos à saúde do que os demais povos da América Latina, por exemplo, o que faz da região Amazônica um excelente mercado para novos produtos com tais características (Raud 2008).

As características centesimais do camu-camu liofilizado apresentadas neste estudo, demonstram seu baixo teor lipídico, e de maior concentração nutricional comparado ao camu-camu *in natura*.

A Tabela 2 mostra resultados de análise química e teor de compostos bioativos do pericarpo fruto camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) *in natura* e liofilizado. Pode-se observar que o camu-camu é um fruto ácido considerando o pH de 2,94 para o fruto *in natura* e 2,65 para o liofilizado e esses dados são similares aos encontrados por (Maeda et al. 2007; Salomão-Oliveira 2015; Aguiar e Souza 2015).

**Tabela 2.** Análise química e teor de compostos bioativos do pericarpo do camu-camu, *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, do pericarpo.

Composição (%)	Amostra ( <i>in natura</i> ) Média	Amostra (liofilizado) Média
pH	2,94	2,65
Sólidos solúveis (°Brix)	8,0	ND
Carotenoides totais (mg/100 g)	0,10	0,10
DPPH (IC <sub>50</sub> µg/ml)	165,00	2,91
Ácido ascórbico (mg/100 g)	2.844,93 <sup>b</sup>	24.154,72 <sup>a</sup>
Compostos Fenólicos (mg/100 g)	431,28	1.595,46

ND: Não determinado

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de tukey.

Em estudos anteriores, os sólidos solúveis do camu-camu oscilaram entre 6,20 °Brix (Maeda *et al.* 2007) e 8,97 °Brix (Silveira 1998), estando em conformidade o valor encontrado de 8,0 °Brix. Os carotenoides totais decrescem em função do avanço na maturação e os sólidos solúveis, pH e ácido ascórbico total aumentam (Andrade, 1991).

Verificou-se que o camu-camu apresentou concentrações de carotenoides iguais, tanto para o fruto *in natura* quanto para o liofilizado de 0,10 mg/100 g, próximo ao encontrado por Andrade (1991) 0,15 mg/100 g no fruto *in natura*. Alguns estudos não quantificaram o teor de carotenoides e  $\beta$ -caroteno, possivelmente devido o seu baixo teor (Silveira 1998; Maeda e Andrade 2003; Maeda *et al.* 2007), comparado as frutas oleaginosas.

O camu-camu liofilizado apresentou maior atividade antioxidante comparado ao fruto *in natura*, pois obtiveram valores de IC<sub>50</sub> de 2,91  $\mu$ g/ml e 165  $\mu$ g/ml respectivamente (Tabela 2). Villanueva-Tiburco *et al.* (2010) apresentou resultado de IC<sub>50</sub> de 114,20  $\mu$ g/ml na casca seca do camu-camu maduro pelo método de sequestro do DPPH, diferente dos valores encontrados nesse estudo. Resultados muito inferiores foram encontrados por Gonçalves *et al.* (2008) ao comparar a atividade antioxidante de diversas frutas brasileiras.

A composição química de alimentos são importantes para inúmeras atividades, incluído realizações de recomendações a uma alimentação saudável e variada. A composição química dos frutos, em especial o ácido ascórbico, varia de acordo com o estágio de maturação, local de origem dos frutos, tratos culturais, condições edafoclimáticas (Justi *et al.* 2000) dentre outros.

Os resultados de teores do ácido ascórbico do fruto camu-camu *in natura* e liofilizado foram 2.844,93 mg/100 g e 24.154,72 mg/100 g, apresentando diferença significativa ( $p < 0,5$ ) (Tabela 2). O camu-camu *in natura* apresenta concentração de ácido ascórbico entre 2.000 e 6.500 mg/100 g, conteúdo que pode ser até sete vezes maior do que o da acerola (*Malpighia glabra L.*), fruto considerado grande fonte de ácido ascórbico e que possui em média 941,4 mg/100 g de vitamina c em 100 g (Taco 2011). Após a liofilização, o fruto apresentou valor significamente maior que comparado ao camu-camu *in natura*, o que o torna uma excelente fonte desse nutriente. O valor encontrado foi superior ao encontrado por Aguiar e Souza (2015) que obteve um resultado de 20.310,00 mg/100 g no fruto liofilizado.

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



A vitamina C esta presente em grandes quantidades e de forma natural no camu-camu, é um potente antioxidante e está associada à proteção contra DCNT, apresentando resultados positivos na redução do colesterol LDL e do colesterol total em seres humanos (MCRAE 2008). Seu consumo está também associado à prevenção do estresse oxidativo celular envolvido nos processos de envelhecimento dos tecidos e desenvolvimento das DCNT's (MANELA-AZULAY et al. 2003).

Os compostos fenólicos apresentam concentração elevada, na faixa de 1.370 a 2.110 mg de equivalente ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, 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 e Andrade 2003). O resultado dos teores dos compostos fenólicos do fruto *in natura* foi 431,28 mg/100 g superior ao encontrado por Andrade (1991) que foi de 311,76 mg/100 g e inferior aos estudos realizado por Maeda et. al (2007) que foi de 861,73 mg/100 g, no entanto o camu-camu liofilizado apresentou uma maior concentração, 1.595,46 mg/100 g, demonstrando que esse processo de secagem foi eficiente na conservação desse composto bioativo.

#### 4. CONCLUSÃO

O processo de liofilização mostrou-se uma alternativa eficiente de preservar os nutrientes no fruto, mantendo elevado os teores de macronutrientes, principalmente os carboidratos e a proteína. O ácido ascórbico tanto para o fruto *in natura* quanto para o liofilizado apresentou valores elevados, porém destaca-se no fruto liofilizado. O processo de liofilização foi eficaz para conservação dos compostos bioativos analisados. Assim o camu-camu pode ser considerado como fonte de compostos antioxidantes.

#### Referências Bibliográficas

Aguiar J.P.L.; Souza F.C.A. 2015. Antioxidants Chemical Composition and minerals in freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) pulp. *Food and nutrition Scienses*, 9: 869-874.

Alves, R.E.; Filgueiras, H.A.C.; Araujo, N.C.C., Almeida, A.S. Camucamu (*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. 1991. *Curvas de maturação e características nutricionais do camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh) cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira*. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 177 pp.

AOAC 1996. Association of Official Analytical Chemistry. *Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. Arlington.

Bardales XI.; Carrillo M.P.; Hernandez M.S.; Barrera J.A.; Fernandez-Trujillo J.P.; Martinez O. 2008. Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*) a new option for productive systems in the Colombian Amazonian Region. *Acta Horticulturae. The Hague*, 773:173-178.

Brand-Williams w.; Cuvelier M.E.; Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidante activity. *Lebensmittel wissenschaften und technolngie*, London, 28:25-30.

Brasil 2014. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. Brasília: MS. 156 pp.

Campos, F. M.; Ribeiro, S. M. R.; Della Lucia, C. M.; Stringheta, P. C.; Pinheiro-sant'ana, H. M. 2009. *Optimization of methodology to analyze ascorbic acid and dehydroascorbic acid in vegetables*. *Química Nova*, v. 32, n. 1, p.87-91.

Carratu E.; Sanzini E. 2005 Sostanze biologicamente ative presenti negli alimentidi origine vegetable. *Ann. Ist. Super Sanità*, n.1, 41:7-16.

CENCI, S. A. 2006. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. p. 67-80 In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). *Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar*. 1a ed. Brasília Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, Distrito Federal.



Chitarra, M. I. F. & Chitarra, A. B. 1990. Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, *ESAL/FAEPE*, 320 pp.

Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 80 pp.

Gonçalves A. E. S. S. 2012. *Compostos bioativos do camu-camu (Myrciaria dúbia Mc Vaugh): caracterização e atividade biológica*. Dissertação de Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 114 pp.

Gonçalves Schmidt A.E.S. 2008. Avaliação da capacidade antioxidantes de frutas e polpas de frutas nativas e determinação de teores de flavonóides e de ácido ascórbico. Dissertação de Mestrado, *Curso de Bromatologia*, Usp, São Paulo. 88 pp.

HASLER, C. M. 2000. The changing face of functional foods *J. Am. Coll. Nutr.*, Detroit, n. 5, 19:499-506.

Justi, K.C.; Visentainer, J.V.; Evelazio de Souza N.E.; Matsushita M. 2000 Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, n. 4, 50:405-408.

Maeda R.N.; Andrade J.S. 2003. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para a produção de bebida alcoólica fermentada. *Acta Amazônica*, Manaus, 33:489-496.

Maeda, R. N.; Pantoja, L.; Yuyama, L. K. O.; Chaar, J. M. 2006. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dúbia Mc Vaugh*). *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 26:70-74.

Maeda R.N; Pantoja, L.; Yuyama, L. K. O.; Chaar, J. M. 2007. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, n 1, 27:313-316.

Manela-Azulay M.; Filgueira A. L.; Mandarin-de-Lacerd, C. A.; Cuzzi T.; Perez M. A. 2003. Vitamina C. *An. Bras. Dermatol.*, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3.

Mcrae M. P. 2008. Vitamin C supplementation lowers serum low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides: a meta-analysis of 13 randomized controlled trials. *J. Chiropr. Med.*, Lombard, n. 1, 7:48-58, 2008.

Molyneux, P. 2006. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *J. Sci. Tech.*, n. 2, 26:211-219.

Moraes-de-Souza, Rodrigo A. 2011. Qualidade de polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh), submetida aos processos de congelamento, pausterização, alta pressão hidrostática e liofilização e armazenada por quatro meses. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no meio Ambiente)- Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 112 pp.

Oliveira M.E.B; Bastos M.S.R; Feitosa T.; Branco M.A.C; Silva M.G.G 1999. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpa congeladas de acerola, cajá e caju. *Ciência e tecnologia de alimentos*, Campinas, 19:326-332.

RAUD, C. 2008. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar. Análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. *Rev. Sociol. Polit.*, Curitiba, n. 3, 16:85-100.

Ribeiro, S.M.R; de Queiroz, J.H.; de Queiroz M.E.L.R.; Campos F.M.; Sant'ana H.M.P 2007. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. *Plants Foods for human Nutrition*, Dordrecht, 62:13-17.

Ribeiro P.F.A.; Stringheta P.C.; Oliveira E.B.; Mendonça A.C.; Sant'Ana, H.M.P 2016. Teor de vitamina C,  $\beta$ -caroteno e minerais em camu-camu cultivado em diferentes ambientes. *Ciência Rural*, n 3, 46:567-572.

Rodrigues, R. B.; Menezes, H.C.; Cabral, L.M.C. 2001. *Na Amazonian Fruit with a high potencial as a natural source of vitamin C: the camu-camu (Myrciaria dúbia)*. *Fruits*, Paris, v. 56, n. 5, p.345-354.

Rodrigues R.B.; Papagiannopoulos M.; Maia J.G.S. 2006. Antioxidant capacity of camu camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] pulp. *Ernahrung. Neu-Isenburg*, n. 9, 30:357-362.

Rodriguez-Amaya, D. B.; Raimundo L.C.; Lee T. C.; Simpson K.L.; Chinchester O. 1976. Carotenoid pigments changes in ripening *Momordica charantia* fruits. *Annals of Botany* 40:615-624.

Rufino M.S.M; Alves R.E; Brito E.S, Pérez-Jiménez J; Saura-Calixto F. 2010. Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. *Food chemistry*. 121:996-1002.

Salomão-Oliveira, A. 2015. *Impacto do consumo de camu-camu (Myrciaria Dubia (Kunth) Mc Vaugh) em adultos com síndrome metabólica em Boa Vista/RR*. 80 pp.

São Paulo-IAL 2008. Instituto Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 4. ed. São Paulo.

Salvador M.; PEGAS J. A.; Henriques 2004. *Radicais livres e a resposta celular ao estresse oxidativo*. Editora da ULBRA, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil. 204 pp.

SILVA M.A.; Sobral P.J.A.; Kieckbusch T.G. 2006. State diagrams of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh) pulp with and without maltodextrin addition. *J Food Eng. London*. 77:426-432.

Silveira J.S. 1998. *Efeito do estágio de maturação na conservação pos-colheita de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh)*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 115 pp.

Singleton V.L.; Orthofer R.; Lamuela R. M 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteau reagent. *Methods in Enzymology*, Orlando, 299:152-178.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA –UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA UNICAMP, p. 161, 2011.

TBCA-USP 2014. *Tabela de Composição Química dos Alimentos*. Universidade Federal de São Paulo, versão 3.

Tonon R.V., Brabet C., Hubinger M.D. 2009. Influence of drying air temperature and carrier agent concentration on the physicochemical properties of açai juice powder. *Ciênc Tecnol Aliment. Campinas*, 29: 444-450.

Villanueva-Tiburcio J. E.; Condezo-Hoyos L. A.; Asquiere E. R. 2010. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, em la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30:151-169.

Yuyama, K. A. 2011. Cultura de camu-camu no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.33, n.2, p.335-690. ([www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452011000200001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452011000200001&script=sci_arttext)). doi: 10.1590/S0100-29452011000200001). Acesso em: 19/04/2017.

Yuyama Souza A.F.L; Inhamuns A.J 2011. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. *University of California Press*, Berkeley, CA, USA. 280 pp.

Yuyama, K.; Valente, J. 2011. *Camu-camu (Myrciaria dubia (Kunt) Mc Vaugh*. Editora CRV, Curitiba, Brasil. 213 pp.